

MÁRIO LÚCIO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES
EM EUCALIPTO, DECORRENTES DA APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

MÁRIO LÚCIO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES
EM EUCALIPTO, DECORRENTES DA APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2001.

Prof. Roberto Ferreira de Novais
(Conselheiro)

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Conselheiro)

Prof. Júlio Cesar Lima Neves

Prof. Aloísio Xavier

Prof. Nairam Félix de Barros
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Benedito (*in memoriam*) e Luíza.

Aos meus irmãos.

Com alegria e gratidão.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e aos Departamentos de Solos e de Engenharia Florestal, pelas condições oferecidas para a realização deste Curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro para realização deste trabalho.

À Companhia Suzano e à Celulose Nipo-Brasileira, pela oportunidade de trabalhar em suas áreas de pesquisa; e às equipes de campo, pelo apoio na coleta dos dados.

Ao professor Nairam Félix de Barros, pela atenção e orientação, sem a qual este trabalho não se realizaria, e pelos ensinamentos transmitidos ao longo de nossa convivência.

Ao professor Roberto Ferreira de Novais, pela orientação, pelas sugestões, pelo apoio e pelas críticas sempre construtivas.

Ao professor Haroldo Nogueira de Paiva, pelo apoio e pelas sugestões.

Ao professor Júlio Cezar Lima Neves, pelas sugestões sempre valiosas, pela ajuda nas análises estatísticas e pelo incentivo na realização deste trabalho.

Ao professor Aloísio Xavier, pelas valiosas sugestões.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal e do Departamento de Solos, pelo agradável convívio e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos engenheiros florestais Pedro G. L. Leal, José Luiz Teixeira e Reinaldo Campos Santana, pela amizade e pelo apoio nas coletas e na análise estatística dos dados deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Solos Florestais, Geraldo Vitor, José Roberto e José Alberto, pelo auxílio nas análises e também pelo bate-papo nos momentos de descontração.

Ao Cláudio, Carlos Fonseca, Lula, Bené, Sr. Renato e José Roberto Freitas, funcionários do Departamento de Solos.

À Ritinha, secretária da Pós-Graduação em Ciência Florestal, que tanto nos ajuda em relação à parte burocrática.

Aos professores Antônio Carlos Vieira e Paulo César Gomes, pelo inestimável apoio durante a graduação.

Aos amigos de toda hora, Donizete, Luciene, Neuza, Rosângela, Maria Helena, Marcélia, Cinthia, Yalmo e Luis Carlos, pela amizade sincera e pelo estímulo, em todos os momentos.

Aos meus grandes colegas de Universidade, Rogério, Hamilton, Pedro, Paulo Emílio, Marcos Godoy, Zilda, Fábio, Amarísio, Roberto, Fabrícia, Ecila, Alba, Edemir, Alcides, Geraldo Erli, Marcos Cicarini, Vicente, Manoel e George Sodré, pelas possibilidades de debate e reflexão, no dia-dia da pós-graduação.

Um agradecimento especial à maior de todas as amigas, Lauriete, pelo convívio, pelo carinho, pela paciência e por ter feito parte de minha vida nessa longa jornada.

Ao Sr. Expedito, à Sra. Ambrósia Pereira e aos seus filhos, por terem me recebido sempre de braços abertos em seu lar.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MÁRIO LÚCIO DOS SANTOS, filho de Benedito Magalhães dos Santos e Luiza Bibiana dos Santos, nasceu em Viçosa-MG, em 11 de setembro de 1973.

Cursou o 1º e 2º graus na Escola Estadual Effie Rolfs, em Viçosa-MG

Em 1992, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, graduando-se engenheiro florestal em julho de 1997.

No período de outubro de 1997 a fevereiro de 1998, conduziu um trabalho de especialização, orientado pelo professor Nairam Félix de Barros, no Departamento de Solos.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de 2001.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
.....	
ABSTRACT	ix
.....	
1. INTRODUÇÃO	1
.....	
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
.....	
2.1. Caracterização das áreas experimentais	6
.....	
2.2. Caracterização do solo	9
.....	
2.3. Coleta e análise do material vegetal	10
.....	
2.4. Determinação do coeficiente de utilização biológico (CUB)	11
.....	
2.5. Análises estatísticas	11
.....	
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
.....	
3.1. Características dendrométricas	13
.....	
3.2. Produção de biomassa	17
.....	

3.3. Teor e conteúdo de nutrientes na biomassa	22
.....	
3.4. Coeficiente de utilização biológico (CUB)	36
.....	
3.5. Características químicas	46
.....	
4. RESUMO	E 49
CONCLUSÕES	
.....	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
.....	
APÊNDICE	56
.....	

RESUMO

SANTOS, Mário Lúcio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2001. **Crescimento e alocação de biomassa e de nutrientes em eucalipto, decorrentes da aplicação de nitrogênio e potássio.** Orientador: Nairam Félix de Barros. Conselheiros: Roberto Ferreira de Novais e Haroldo Nogueira de Paiva.

O crescimento e a alocação de biomassa e nutrientes em *E. grandis*, decorrentes da aplicação de N e, ou, K, foram avaliados em áreas da Companhia Suzano, nos municípios de Alambari e Itararé, em São Paulo, aos 94 e 98 meses, respectivamente, e em área da Celulose Nipo-Brasileira - CENIBRA S.A., no município de Santa Bárbara, Minas Gerais, aos 84 meses. Foram medidos o DAP e a altura das árvores, e determinada a biomassa dos vários componentes

da parte aérea das árvores. Para isto, abateu-se uma árvore de dimensões médias de cada parcela experimental, separando os componentes folha, galho, casca e lenho. Coletaram-se amostras desses componentes e da serapilheira, para determinação do peso de matéria seca e para análise química. Amostras do solo, em diversas profundidades, foram também coletadas para análise. Não foram constatados efeitos significativos da aplicação de N e, ou, K na produção volumétrica e de biomassa, em Alambari e Itararé. Em Santa Bárbara, a aplicação de K promoveu ganhos significativos de crescimento do eucalipto. Os teores de N nas árvores revelaram ter havido suficiente suprimento natural deste nutriente para as plantas, o que resulta em similaridade de crescimento das plantas adubadas e não-adubadas. O conteúdo de K nas árvores adubadas foi superior ao das plantas da testemunha. O conteúdo de Ca, sua relação com a produção de biomassa e o baixo teor no solo revelaram ser este o nutriente que mais limitou a resposta do eucalipto à aplicação de K em Santa Bárbara.

ABSTRACT

SANTOS, Mário Lúcio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2001.

Growth and allocation of biomass and nutrients in eucalypts, as affected by the application of nitrogen and potassium. Adviser: Nairam Félix de Barros. Committee members: Roberto Ferreira de Novais and Haroldo Nogueira de Paiva.

Growth and allocation of biomass and nutrients in *Eucalyptus grandis*, as a result of N and, or, K application were evaluated in areas of Suzano Pulp and Paper Company (in Alambari and Itararé counties-SP), and of Celulose Nipo-Brasileira (in Santa Bárbara county-MG). Diameter and height of the trees were measured and above-ground biomass of tree components determined. For

biomass determination, a tree of average dimensions, in each experimental plot, was harvested and its components, leaf, branches, stem bark and stem wood, weighed and sampled for dry weight determination and chemical analysis. Soil samples were collected at different depths for analysis. The application of N and, or, K had no significant effect on stem volume and total tree biomass in Alambari and Itararé. In Santa Bárbara, the application of K increased tree growth. The amount of N in the trees indicated that soil availability was enough to supply the tree N demand, leading to similar growth between fertilized and non-fertilized plants. The content of K in the fertilized trees was higher than in the non-fertilized ones. The amount of Ca in the trees, its relation with biomass production and its low content in the soil indicated that this nutrient limited the response of eucalypt to K in the trial located in Santa Bárbara.

1. INTRODUÇÃO

Em geral, os plantios de eucalipto no Brasil têm ocupado solos que possuem como principal característica a baixa fertilidade natural. As boas produtividades observadas decorrem da baixa exigência nutricional de algumas espécies e dos processos de ciclagem.

A manutenção da produtividade de florestas de eucalipto torna a fertilização prática obrigatória (NOVAIS et al., 1990). No entanto existem

casos, como nas grandes empresas florestais, em que ocorre a utilização de critérios mais confiáveis para a recomendação de adubação, como o NUTRICALC (BARROS et al., 1995, 2000), que é uma das primeiras tentativas de sistema de recomendação de fertilizantes para eucalipto. Porém, ainda há casos e empresas em que as mesmas doses e formulações NPK são utilizadas em diferentes solos e para diferentes espécies. Tal procedimento faz com que em muitas situações ocorra a adição de quantidades insuficientes de nutrientes, o que implica a utilização de grande parte das reservas do solo. Em se tratando de solos tropicais, cujas reservas de nutrientes são pequenas, as sucessivas rotações podem levar à exaustão de nutrientes, comprometendo a capacidade produtiva dos solos.

O N e o K são os nutrientes para os quais são exigidos maiores cuidados quanto à dose, à época e ao modo de aplicação, por serem facilmente perdidos do sistema, por processos naturais ou por exportação via produto florestal (MIRANDA et al., 1998). Esses nutrientes são aplicados por meio de fontes de alta solubilidade, que aliadas à baixa CTC de solos reflorestados propiciam, de modo geral, elevadas perdas por lixiviação (SOUZA et al., 1979; GALO, 1993). Deste modo, espera-se que seus efeitos residuais em cultivos subseqüentes sejam pequenos ou nulos (GODINHO et al., 1997).

A quantidade de N imobilizada pelas espécies de eucalipto pode variar de 120 a 1.300 kg ha⁻¹, dependendo da espécie, da qualidade do sítio e da interação desses dois fatores (BARROS et al., 1990). No solo, o N mineral é encontrado em formas pouco estáveis, estando sujeito a várias reações que podem causar sua perda do sistema, por lixiviação, volatilização ou denitrificação (GUERRINI, 1990).

A aplicação de adubos nitrogenados em plantios de eucalipto é, normalmente, realizada no momento do plantio ou alguns meses após, geralmente por meio de formulações NPK. Apesar de o N ser acumulado em grandes proporções, as respostas do eucalipto à sua aplicação têm sido relativamente menos intensas que as obtidas para P e, em algumas situações, para K (BARROS et al., 1990; GODINHO et al., 1997).

Estudos realizados por GAMA-RODRIGUES (1997) evidenciam que o N mineralizado do solo e da serapilheira poderia, também, justificar a ausência de resposta do eucalipto ao N, especialmente após o segundo ano de plantio. O autor relatou que para o eucalipto produzir 62 t ha⁻¹, aos dois anos idade, seriam necessários 125 kg ha⁻¹ de N, dos quais cerca de 80% passam pela biomassa microbiana.

O K é o segundo elemento mais absorvido pelas plantas, podendo o eucalipto acumular de 70 a 700 kg ha⁻¹ (BARROS e NOVAIS, 1996). Apesar de não participar da estrutura de compostos orgânicos das plantas, sua ciclagem é bastante rápida, elevando sua eficiência de utilização pelas árvores (GALO, 1993). Sua deficiência pode interferir na eficiência do uso da água e de outros nutrientes, além de levar a planta à menor tolerância a déficit hídrico e a outros estresses ambientais (MENGEL e KIRKBY, 1978; RAIJ, 1990).

A demanda de N e K pelo eucalipto aumenta com a idade do povoamento. Uma disponibilidade satisfatória para a fase inicial de crescimento pode não ser suficiente para que a capacidade máxima de produção do sítio seja atingida, especialmente no caso do K. Nessas condições, há necessidade de adição desses nutrientes via fertilização, no decorrer do ciclo. Tal fato levou NOVAIS et al. (1990) a proporem o nível crítico de “implantação” para o crescimento inicial da planta e o de “manutenção” para a fase seguinte, de modo que a produção esperada do eucalipto seja atingida. Os autores afirmaram que a melhor época de aplicação de adubos potássicos em plantios de eucalipto ainda não estava bem definida, mas que a aplicação de todo o K na época de plantio parecia não ser a mais adequada. Uma única aplicação de doses elevadas pode implicar perdas consideráveis por lixiviação, devido à alta solubilidade das fontes utilizadas, pelo menos nas condições de solos mais comumente utilizadas em reflorestamento com eucalipto no País. Deve-se, também, considerar o efeito salino quando esses fertilizantes são aplicados próximos às mudas, podendo causar danos ao sistema radicular, como a queima das raízes, efeito este que pode ser agravado caso ocorra um período de estiagem após o plantio.

Segundo GONÇALVES et al. (1997), a consideração das fases de crescimento da floresta é fundamental para definir as épocas de aplicação dos fertilizantes, uma vez que essas fases têm estreita relação com a demanda nutricional das árvores. Nas fases de crescimento mais rápido, as árvores mostram maior demanda e há maior dependência do solo, principalmente se os ciclos bioquímico e o biogeoquímico de nutrientes não tiverem iniciado (FORD, 1984). GUERRINI (1990) sugeriu que em povoamentos de eucalipto, especialmente naqueles localizados em solos muito arenosos, N e K devem ser aplicados parte no plantio e parte aos dois anos de idade, devido às altas taxas de perdas destes nutrientes.

Trabalhos de pesquisa com o objetivo de determinar as melhores doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados e potássicos são escassos.

O efeito de doses crescentes de K (0, 60, 120, 240 e 360 kg ha⁻¹ de K₂O) sobre a produção de *E. grandis* em segunda rotação foi estudado por GAVA (1997), em dois solos: um com 14 mg dm⁻³ de K, no município de Angatuba - SP, e outro com 65 mg dm⁻³, em São Miguel Arcanjo-SP. Constataram-se respostas positivas até a dose estimada de 256 kg ha⁻¹ de K₂O, na primeira condição, e ausência de resposta na segunda, o que indica que, para conseguir boas produtividades em solos com os teores de K próximos aos encontrados em Angatuba, torna-se necessária a adição deste nutriente.

Respostas positivas à adição de K, em idades próximas aos 11 meses, foram estimadas por GALO (1993), ao estudar o efeito de doses crescentes de K (de 0 a 240 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicadas no plantio em solo argiloso de cerrado, com 23 mg dm⁻³ de K. Com base no balanço do nutriente no sistema, o autor previu um decréscimo médio de 55% na produtividade, no ciclo seguinte, fato confirmado por FARIA (2000).

BARROS et al. (1992) estudaram o efeito da adição de 0 a 240 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio sobre a produção de biomassa em *E. grandis* e constataram, aos 6,5 anos de idade, ganhos de 63% na produção, em relação à testemunha, ao adicionar 179 kg ha⁻¹ de K₂O.

GODINHO et al. (1997) relataram que a aplicação de 85 kg de N e 84,4 kg ha⁻¹ de K₂O em povoamentos de *E.camaldulensis*, cultivados em solo arenoso de cerrado, proporcionou maior crescimento em relação à testemunha.

Acréscimos em volume devido à aplicação conjunta de N e de K foram observados por VALERI et al. (1997). Os autores observaram que a aplicação apenas de K aos 52 meses de idade, em Areia Quartzosa, com teor de 0,02 a 0,01 cmol_c dm⁻³ de K, propiciou ganhos em volume para *E. urophylla*, aos 91 meses. No entanto, a combinação de N e calcário dolomítico com K não aumentou os ganhos em relação ao encontrado para aplicação apenas de K. A aplicação apenas de N não resultou em ganhos de produção. Ao estudar o efeito de diferentes fontes e doses de macronutrientes sobre a produtividade de povoamentos de *E. grandis*, em regime de talhadia, instalados em Areia Quartzosa, com 0,26 mmol_c dm⁻³, STAPE e BENEDETTI (1997) encontraram que a maior resposta ocorreu pela adição conjunta de NPK (15-00-15). Segundo os autores, esta composição reduziu os decréscimos de produtividade, 19% contra 34% observada no tratamento em que esses nutrientes não foram aplicados.

Essas informações mostram uma inconsistência de resposta do eucalipto à adubação nitrogenada. A resposta a K é mais freqüente, mas ainda não há uma definição sobre qual é a melhor técnica para sua utilização em povoamentos de eucalipto no País. Assim, tanto para o N como para o K, são necessários estudos que visem determinar a necessidade, a dose e a melhor época de aplicação a serem adotadas em povoamentos de eucalipto. Neste sentido, a estimativa da alocação e o entendimento da dinâmica de nutrientes em ecossistemas florestais são de grande valia para elaboração de programas de adubação, quando se deseja alcançar altas produtividades, sem comprometer a capacidade produtiva dos solos (GALO, 1993).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da dose e da época de aplicação de N e de K sobre o crescimento e a alocação desses nutrientes na biomassa em plantios de *E. grandis*, em diferentes condições edafoclimáticas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização das áreas experimentais

Este estudo foi realizado em áreas da Companhia Suzano de Papel e Celulose, localizadas nos municípios de Alambari e Itararé, no Estado de São Paulo, e da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA), localizadas no município de Santa Bárbara, no Estado de Minas Gerais (Figura 1, Quadro 1).

A implantação dos ensaios ocorreu nos meses de abril e agosto de 1991, nos municípios de Itararé e Alambari, respectivamente, e em dezembro de 1993, no município de Santa Bárbara. As quantidades de corretivos e adubos utilizados nos plantios encontram-se no Quadro 2.

Os ensaios foram conduzidos em blocos ao acaso, com três repetições, com as plantas sendo dispostas no espaçamento de 3 x 3 m, no município de Alambari, e de 3 x 2 m, em Itararé e Santa Bárbara. As parcelas em Alambari e Itararé possuíam 30 árvores úteis e em Santa Bárbara, 25 árvores. Os tratamentos foram aplicados em povoamentos de *E. grandis*, já estabelecidos e em diferentes idades, usando uréia como fonte de N e KCl como fonte de K.

O K foi testado nas doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ e o N nas doses de 75

e 150 kg ha⁻¹, parceladas em duas épocas, ou não, nos municípios de Alambari e Itararé (Quadro 3). No ensaio em Santa Bárbara, as doses testadas foram de 75



Figura 1 - Localização geográfica dos municípios de Santa Bárbara-MG e de Alambari e Itararé-SP, onde se localizaram os ensaios.

Quadro 1 - Algumas características climáticas e edáficas dos municípios de Alambari e Itararé-SP e de Santa Bárbara-MG, na época de instalação dos ensaios

Característica	Município		
	Alambari	Itararé	Santa Bárbara
Altitude (m)	600	873	740
Precipitação pluviométrica Média (mm)	1.200	1.400	1.350
Classificação climática Köppen (mm)	Cfa	Cfb	Cwa
Solo	LV	LV	LV
Argila (g kg ⁻¹)	100	500	480
Silte (g kg ⁻¹)	20	150	60

Areia (g kg ⁻¹)	880	350	460
K (mg dm ⁻³)	3,9	5,5	20,4
CO (dag kg ⁻¹)	1,1	0,9	1,5

LV = Latossolo Vermelho distrófico álico, textura média arenosa e LV = Latossolo Vermelho-Amarelo álico, textura média.

Quadro 2 - Quantidades de corretivos e adubos utilizados na época de plantio em Alambari e Itararé-SP e em Santa Bárbara-MG

Fonte	Adubação de Plantio		
	Alambari	Itararé	Santa Bárbara
	----- kg ha ⁻¹ -----		----- g/planta -----
NPK 06-30-06	260	260	-
NPK 05-25-10	-	-	100
NPK 20-00-20 em cobertura	80	-	-
FAPS ^{1/}	380	-	-
Calcário dolomítico	-	2000	-

1) Fosfato-de-araxá parcialmente acidulado.

Quadro 3 - Épocas de aplicação e doses de fertilizantes utilizados nos experi-mentos localizados nos municípios de Alambari e Itararé-SP

Tratamento	K ₂ O		N	
	E1	E2	E1	E2
	----- kg ha ⁻¹ -----			
T0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	0,0	150,0	0,0	0,0

T2	150,0	0,0	0,0	0,0
T3	75,0	75,0	0,0	0,0
T4	0,0	300,0	0,0	0,0
T5	300,0	0,0	0,0	0,0
T6	150,0	150,0	0,0	0,0
T7	0,0	0,0	75,0	0,0
T8	0,0	0,0	0,0	75,0
T9	0,0	0,0	37,5	37,5
T10	0,0	0,0	150,0	0,0
T11	0,0	0,0	0,0	150,0
T12	0,0	0,0	75,0	75,0
T13	150	0,0	75,0	0,0
T14	0,0	150,0	0,0	75,0
T15	75,0	75,0	37,5	37,5
T16	300,0	300,0	150,0	150,0

E1 - 25 e 30 meses após o plantio, em Alambari e Itararé-SP, respectivamente; e E2 - 37 e 42 meses após o plantio, em Alambari e Itararé-SP, respectivamente.

e 150 kg ha⁻¹ de K₂O, sem parcelamento, e 75 kg ha⁻¹ de N, parcelada em duas vezes, ou não (Quadro 4). Em Alambari-SP, as adubações foram feitas aos 25 e, ou, 37 meses; em Itararé-SP, aos 30 e, ou, 42 meses (Quadro 3); e em Santa Bárbara-MG, aos 12 e, ou, 24 meses após o plantio (Quadro 4).

Quadro 4 - Épocas de aplicação e doses de fertilizantes utilizados nos experi-mentos localizados no município de Santa Bárbara-MG

Tratamento	K ₂ O		N	
	E1	E2	E1	E2
	----- kg ha ⁻¹ -----			
T0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	75,0	0,0	0,0	0,0
T2	150,	0,0	0,0	0,0
	0			
T3	0,0	0,0	75,0	0,0
T4	0,0	0,0	37,5	37,5

T5	75,0	0,0	75,0	0,0
----	------	-----	------	-----

E1 e E2 = 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente.

A combinação de doses e épocas de aplicação gerou 17 tratamentos em Alambari e Itararé e seis tratamentos em Santa Bárbara.

A avaliação final dos experimentos foi feita aos 94 meses de idade em Alambari, aos 98 meses em Itararé e aos 84 meses em Santa Bárbara.

2.2. Caracterização do solo

Ao final do experimento, com os povoamentos nas idades de 84, 94 e 98 meses, em Santa Bárbara, Alambari e Itararé, respectivamente, foram coletadas, aleatoriamente, amostras de solo em cada parcela (quatro amostras simples, para obter uma amostra composta), nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-100 cm, para a realização de análises químicas.

As amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneiras com malha de 2 mm e homogeneizadas, retirando-se raízes e resíduos visíveis de plantas e animais. Em seguida, elas foram analisadas, determinando-se: pH em água, na relação 1 : 2,5; Ca e Mg trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, na relação 1:10; P e K extraídos pelo Mehlich-1, na relação 1:10, conforme proposto por DEFELIPO e RIBEIRO (1981); e carbono orgânico por oxidação com K₂Cr₂O₇, 0,4 mol L⁻¹. Os teores de fósforo foram determinados por colorimetria, após a formação de complexo fosfomolibdico e sua redução por ácido ascórbico (BRAGA e DEFELIPO, 1974); de potássio por fotometria de emissão de chama (AOAC, 1975); de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975)

2.3. Coleta e análise do material vegetal

Nas parcelas, foram medidas a circunferência do tronco à altura de

1,30 m (CAP) e a altura de todas as árvores, excluindo as das bordaduras (duas linhas). Foi abatida uma árvore de dimensões médias (CAP e altura) em cada parcela. Mediu-se também a altura comercial (diâmetro < 8 cm), procedendo-se, em seguida, à cubagem rigorosa, para a qual foram medidos o diâmetro e o comprimento de seções do tronco nas posições correspondentes a 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial. Após a medição, coletaram-se amostras e pesaram-se todos os componentes da árvore, para determinação da matéria seca, do teor e dos conteúdos de nutrientes.

Para a casca, retiraram-se amostras ao longo do tronco. Na amostragem do tronco e do lenho, foram coletados discos de madeira com casca e serragem, a partir da altura de 0,1 m, e a 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial. Tanto para a casca, quanto para a madeira, as amostras foram homogeneizadas por componentes e, em seguida, retirada uma amostra composta de cada árvore.

As amostras de serapilheira foram coletadas ao acaso em quatro subparcelas, com área de 0,25 m² cada, localizadas nas entrelinhas de plantio.

Todas as amostras de material vegetal, incluindo a serapilheira, após pesadas, foram colocadas em uma estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas, à temperatura de, aproximadamente, 72 °C, para secagem e posterior determinação do peso de matéria seca. Em seguida, as amostras de casca, madeira, galhos, folhas e serapilheira foram moídas, separadamente, em moinho tipo Wiley. Posteriormente, foram mineralizadas por meio de mistura nítrico-perclórica, para determinação de fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O N foi determinado após a digestão sulfúrica e destilação (TEDESCO et al., 1985). As determinações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram efetuadas conforme descrito no item 2.2.

2.4. Determinação do coeficiente de utilização biológico (CUB)

Estimou-se o conteúdo de nutrientes nos componentes da árvore em cada parcela, separadamente. Calculou-se o coeficiente de utilização biológico

(CUB relação entre o peso de matéria seca e o conteúdo de nutrientes) para esses nutrientes no tronco.

2.5. Análises estatísticas

Os dados referentes às características dendrométricas, à produção de biomassa, ao conteúdo de nutrientes e ao coeficiente de utilização biológico (CUB) foram submetidos à análise de variância para cada local estudado, com posterior desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos em contrastes ortogonais (Quadros 5 e 6), exceto para os contrastes C_7 e C_{13} em Alambari e Itararé e C_3 e C_5 em Santa Bárbara. Os níveis de significância adotados foram 5 e 10 %.

Quadro 5 - Contrastes resultantes do desdobramento dos graus de liberdade para os tratamentos aplicados em Alambari e Itararé-SP

$C_1 =$	T_0 vs T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 e T_6
$C_2 =$	T_1, T_2 e T_3 vs T_4, T_5 e T_6
$C_3 =$	T_1 e T_2 vs T_3
$C_4 =$	T_4 e T_5 vs T_6
$C_5 =$	T_1 e T_4 vs T_2 e T_5
$C_6 =$	T_3 vs T_6
$C_7 =$	T_0 vs $T_7, T_8, T_9, T_{10}, T_{11}$ e T_{12}
$C_8 =$	T_7, T_8 e T_9 vs T_{10}, T_{11} e T_{12}
$C_9 =$	T_7 e T_8 vs T_9
$C_{10} =$	T_{10} e T_{11} vs T_{12}
$C_{11} =$	T_7 e T_8 vs T_{10} e T_{11}
$C_{12} =$	T_9 vs T_{12}
$C_{13} =$	T_0 vs T_{13}, T_{14}, T_{15} e T_{16}
$C_{14} =$	T_{13}, T_{14} e T_{15} vs T_{16}
$C_{15} =$	T_{13} e T_{14} vs T_{15}

$$C_{16} = T_{15} \text{ vs } T_{16}$$

Quadro 6 - Contrastes resultantes do desdobramento dos graus de liberdade para os tratamentos aplicados em Santa Bárbara-MG

$$C_1 = T_0 \text{ vs } T_1 \text{ e } T_2$$

$$C_2 = T_1 \text{ vs } T_2$$

$$C_3 = T_0 \text{ vs } T_3 \text{ e } T_4$$

$$C_4 = T_3 \text{ vs } T_4$$

$$C_5 = T_0 \text{ vs } T_5$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características dendrométricas

O volume de tronco em Santa Bárbara foi influenciado pela aplicação de K ($p < 0,1$), mas não se observou qualquer efeito sobre as características dendrométricas do eucalipto em Alambari e Itararé (Quadros 7 a 12). O ganho em volume pela aplicação de K atingiu 23% em relação à testemunha, em Santa Bárbara. Neste local, a aplicação de 75 ou 150 kg ha⁻¹ de K₂O promoveu ganhos semelhantes de produção volumétrica (Quadros 11 e 12), o que, por questão de

economia, leva à recomendação da primeira dose. Os baixíssimos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} estimados para a época de implantação do experimento nesse local explicam a semelhança de resposta do eucalipto a essas duas doses de K. Embora os teores atuais de K no solo indicassem a probabilidade de resposta mais acentuada, a consideração do K imobilizado na biomassa mostra uma razoável coerência entre a produtividade estimada ($30,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) na testemunha e o que teria sido o teor de K no solo à época da implantação da floresta.

A semelhança de produção volumétrica entre plantas não-adubadas e adubadas com K, em Alambari e Itararé, é também coerente ao considerar quais teriam sido os teores de K na época de implantação. A produtividade foi de aproximadamente 40 a $44 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ em Alambari e Itararé, respectivamente.

Quadro 7 - Características dendrométricas do povoamento de *E. grandis*, aos 94 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Alambari-SP

Fertilizant e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (Meses)	Nº Árv.	CAP (cm)	Ht (m)	Vtr (m ³ ha ⁻¹)
	0	0	913	54,7 (±1,2)	29,2 (±0,0)	311,4 (±42,2)
K ₂ O	150	E1	988	56,8 (±2,0)	29,8 (±1,5)	386,8 (±29,3)
	150	E2	988	58,7 (±1,2)	30,8 (±1,1)	352,0 (±25,4)
	150	p	988	57,0 (±1,0)	29,3 (±1,2)	365,8 (±16,0)
	300	E1	963	59,0 (±2,3)	30,4 (±0,4)	321,1 (±11,1)
	300	E2	1.001	58,7 (±1,8)	30,7 (±0,6)	386,5 (±29,7)
	300	p	926	60,4 (±1,3)	30,3 (±0,8)	363,8 (±19,4)
	N	75	E1	951	54,3 (±0,9)	28,5 (±0,2)
75		E2	901	56,8 (±1,5)	29,3 (±0,3)	293,2 (±16,2)
75		p	963	52,5 (±4,2)	28,4 (±2,0)	292,5 (±67,2)
150		E1	941	52,0 (±1,8)	26,4 (±1,6)	230,5 (±30,8)

	150	E2	951	54,5 ($\pm 2,0$)	29,0 ($\pm 1,2$)	316,3 ($\pm 61,5$)
	150	p	889	53,0 ($\pm 5,7$)	28,0 ($\pm 2,3$)	266,0 ($\pm 36,6$)
	75 + 150	E1	938	60,8 ($\pm 0,9$)	30,9 ($\pm 0,1$)	399,2 ($\pm 20,4$)
	75 + 150	E2	913	56,7 ($\pm 1,3$)	29,2 ($\pm 0,4$)	310,2 ($\pm 27,5$)
N + K ₂ O	75 + 150	p	938	58,5 ($\pm 1,1$)	29,7 ($\pm 0,8$)	334,8 ($\pm 23,3$)
	300 + 600	p	913	59,3 ($\pm 1,2$)	30,9 ($\pm 0,1$)	336,8 ($\pm 24,2$)

Nº Árv. = nº de árvores por ha; CAP = circunferência à altura do peito; Ht = altura total; Vtr = volume do tronco; E1 e E2 = aplicação do N e, ou, K₂O aos 25 e 37 meses após o plantio, respectivamente; p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 8 - Análise de variância para os contrastes das variáveis dendrométricas de um povoamento de *E. grandis*, aos 94 meses, em função das doses de N e, ou, K aplicadas, em Alambari-SP

FV	GL	QM			
		Nº Árv.	CAP	Ht	Vtr
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	9901,82ns	36,27ns	2,63ns	6747,80ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	2713,52ns	15,31ns	1,08ns	550,99ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,32ns	1,13ns	2,00ns	25,52ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	6305,04ns	4,70ns	0,07ns	199,13ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	1142,18ns	1,69ns	1,40ns	698,74ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	919,99ns	1,67ns	2,21ns	2137,17ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	600,11ns	8,68ns	4,01ns	2460,89ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	2742,94ns	19,01ns	0,44ns	14,57ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	6439,90ns	0,13ns	0,25ns	110,60ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	1165,60ns	18,75ns	8,50ns	5020,33ns
T ₉ vs T ₁₂	1	8228,81ns	0,38ns	0,24ns	1056,81ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	365,72ns	41,67ns	2,33ns	2741,04ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	609,54ns	1,00ns	2,24ns	284,40ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	304,77ns	0,13ns	0,24ns	789,66ns

T ₁₅ vs T ₁₆	1	914,31ns	1,04ns	2,26ns	6,02ns
Resíduo	34	6683,48	14,81	3,53	3207,80
CV (%)		8,6	6,8	6,4	17,3

Ns = não-significativo, pelo teste F.

Quadro 9 - Características dendrométricas do povoamento de *E. grandis*, aos 98 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Itararé-SP

Fertilizant e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Nº Árv.	CAP (cm)	Ht (m)	Vtr (m ³ ha ⁻¹)
	0	0	1.556	48,3 (±1,9)	25,7 (±0,4)	359,1 (±28,9)
	150	E1	1.556	51,3 (±1,3)	25,9 (±1,5)	424,7 (±46,3)
	150	E2	1.573	51,0 (±2,6)	26,4 (±1,5)	393,3 (±8,6)
	150	p	1.483	54,8 (±0,3)	27,4 (±0,9)	451,5 (±58,0)
K ₂ O	300	E1	1.592	49,3 (±3,4)	25,8 (±1,4)	366,2 (±59,6)
	300	E2	1.555	51,3 (±1,3)	24,8 (±0,2)	367,8 (±15,0)
	300	p	1.536	51,5 (±4,4)	26,1 (±1,5)	386,3 (±48,7)
	75	E1	1.573	51,2 (±1,0)	28,2 (±0,9)	414,8 (±58,4)
	75	E2	1.499	52,5 (±4,3)	27,3 (±2,0)	424,5 (±58,9)
	75	p	1.573	50,0 (±1,0)	25,4 (±0,5)	375,4 (±53,4)
N	150	E1	1.537	50,3 (±2,5)	26,4 (±2,7)	377,4 (±69,4)
	150	E2	1.573	49,8 (±2,8)	26,2 (±2,3)	388,4 (±39,8)
	150	p	1.555	49,5 (±2,2)	25,1 (±1,6)	350,1 (±28,9)
	75 + 150	E1	1.518	51,8 (±3,3)	26,6 (±1,7)	361,7 (±44,6)
	75 + 150	E2	1.536	51,5 (±1,3)	26,2 (±1,6)	400,1 (68,4)
N + K ₂ O	75 + 150	p	1.594	51,0 (±1,0)	25,9 (±1,9)	398,6 (±24,2)
	300 + 600	p	1.502	52,8 (±0,3)	25,9 (±2,9)	414,1 (±99,5)

Nº Árv. = nº de árvores por ha; CAP = circunferência à altura do peito; Ht= altura total; Vtr,= volume do tronco; E1 e E2 – aplicação do N e, ou, K₂O aos 30 e 42 meses após o plantio, respectivamente; p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 10 - Análise de variância para os contrastes das variáveis dendrométricas de um povoamento de *E. grandis*, aos 98 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Itararé-SP

FV	GL	QM			
		Nº Árv.	CAP	Ht	Vtr
T ₀ vs T ₁ , T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	101,09ns	26,70*	0,33ns	3958,91ns
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	2524,67ns	12,50ns	4,30ns	11130,06#
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	13482,70#	26,89*	2,92ns	3616,01ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	2741,29ns	2,72ns	1,36ns	747,65ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	291,23ns	2,08ns	0,12ns	661,09ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	33,01ns	12,70ns	1,32ns	2218,03ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	182,56ns	8,00ns	4,91ns	4882,76ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	2741,290ns	6,72ns	10,89#	3909,11ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,18ns	0,68ns	2,72ns	2156,18ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	1061,41ns	0,52ns	0,96ns	319,68ns
T ₉ vs T ₁₂	1	513,99ns	0,38ns	0,11ns	964,40ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	33,01ns	28,70*	0,45ns	2865,00ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	5091,87ns	4,34ns	0,32ns	1682,20ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	8865,87ns	0,89ns	0,44ns	625,41ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	12684,53#	5,04ns	0,01ns	362,89ns
Resíduo	34	4444,11	5,80	2,78	2746,24
CV (%)		4,31	4,7	6,4	13,4

Ns = Não-significativo; e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 11 - Características dendrométricas do povoamento de *E. grandis*, aos 84 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Santa Bárbara-MG

Fertilizant e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Nº Árv.	CAP (cm)	Ht (m)	Vtr (m ³ ha ⁻¹)
	0	0	1.266	43,3 (±0,8)	24,2 (±0,6)	215,5 (±11,5)
K ₂ O	75	E1	1.377	45,7 (±1,8)	25,3 (±0,4)	266,5 (±26,7)
	150	E1	1.422	45,3 (±1,7)	24,3 (±1,0)	257,1 (±25,6)

N	75	E1	1.288	45,2 ($\pm 1,6$)	24,2 ($\pm 1,0$)	212,9 ($\pm 13,0$)
	75	p	1.266	43,8 ($\pm 0,9$)	23,8 ($\pm 0,1$)	191,1 ($\pm 5,0$)
N + K ₂ O	75+75	E1	1.266	49,3 ($\pm 1,3$)	24,9 ($\pm 0,6$)	244,2 ($\pm 12,7$)

Nº Árv. = nº de árvores por ha; CAP = circunferência à altura do peito; Ht= altura total; Vtr,= volume do tronco; E1 e E2 = aplicação do N e, ou, K₂O aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; p - aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 12 - Análise de variância para os contrastes das variáveis dendrométricas de um povoamento de *E. grandis*, aos 84 meses, em função das doses de N e, ou, K aplicadas, em Santa Bárbara-MG

FV	GL	QM			
		Nº Árv.	CAP	Ht	Vtr
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	35527,12#	9,39ns	0,68ns	4285,52#
T ₁ vs T ₂	1	2960,59ns	0,17ns	1,60ns	134,06ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	246,72ns	2,72ns	0,12ns	365,60ns
T ₃ vs T ₄	1	740,15ns	2,67ns	0,22ns	711,84ns
T ₀ vs T ₅	1	0,00ns	54,00*	0,74ns	1236,72ns
Resíduo	12	10362,08	5,88	1,42	928,51
CV(%)		7,7	5,3	4,9	13,2

Ns = Não-significativo, e # e *significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

A aplicação de N não resultou em ganhos significativos de produção volumétrica em qualquer dos três ensaios, tendendo a reduzi-lo em Alambari, apesar dos teores de carbono orgânico dos solos.

Em Itararé, ao desmembrar o efeito de doses de K, constatou-se que o volume do tronco foi maior quando foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de K₂O, em comparação aos 300 kg ha⁻¹ de K₂O. Embora não se tenha sido encontrada diferença significativa ao contrastar a aplicação contra a não-aplicação do nutriente, a comparação entre a média correspondente à dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O com a testemunha mostra ter havido um acréscimo (15 %) em volume para a aplicação do adubo potássico.

Os resultados encontrados para os tratamentos em que se aplicou o K contrastam com os obtidos por GALO (1993), que ao aplicar doses crescentes de K (de 0 a 240 kg ha⁻¹ de K₂O) em solo argiloso de cerrado, com 23 mg dm⁻³ nos 20 cm superficiais, encontrou respostas positivas já aos 11 meses de idade, para *E. grandis*, e com os de VALERI et al. (1997), que relataram ganhos em volume devido à aplicação de K₂O. Segundo estes últimos autores, a adição de 20 g de K₂O/planta, na projeção da copa, em povoamentos de *E. urophylla* com 52 meses de idade, estabelecido em Areia Quartzosa, proporcionou ganhos de 42,9 %.

Ao combinar a aplicação de N com a de K, os ganhos foram semelhantes aos relatados para a aplicação somente do K. Em Alambari, a aplicação de 150 kg de K₂O + 75 kg de N por ha, aos 25 meses após o plantio, proporcionou ganhos de até 28% em volume de tronco, quando comparado à testemunha. Esta também foi a combinação que proporcionou os maiores ganhos percentuais neste ensaio, não sendo, no entanto, significativa para nenhum dos níveis de significância adotados.

No ensaio de Itararé, a aplicação de 600 kg de K₂O + 300 kg de N, parcelados aos 30 e 42 meses após o plantio, propiciou ganhos de 15 % em relação à testemunha, o que reflete as melhores condições de sítio em termos de solo, em especial o teor de matéria orgânica. Em Santa Bárbara, estes ganhos foram de aproximadamente 13 %, quando foram aplicados 75 kg de K₂O + 75 de N. Apesar dos ganhos percentuais observados em relação à testemunha para Itararé e Santa Bárbara, vale ressaltar que esses não foram significativos nos níveis de significância adotados.

3.2. Produção de biomassa

A produção de biomassa nos tratamentos em que se aplicou o K foi ligeiramente superior à produção da testemunha nos três locais onde o estudo foi conduzido (Quadros 13, 15 e 17). No entanto, assim como observado para produção volumétrica, os ganhos não foram estatisticamente significativos em

relação à testemunha (Quadros 14, 16 e 18). De modo geral, a aplicação de N não

Quadro 13 - Biomassa do lenho, da casca, da folha, do galho e da serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, no município de Alambari-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	t ha ⁻¹					
			Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
	0	0	3,3 (±0,7)	4,3 (±0,6)	121,0 (±12,1)	11,2 (±1,1)	132,2 (±13,1)	24,9 (±1,8)
K ₂ O	150	E1	2,9 (±0,3)	5,0 (±0,2)	142,2 (±13,2)	12,8 (±2,1)	155,1 (±15,3)	22,7 (±2,6)
	150	E2	3,2 (±0,4)	4,7 (±0,3)	136,4 (±16,7)	11,8 (±0,9)	148,2 (±17,6)	25,3 (±3,7)
	150	p	3,1 (±0,4)	8,7 (±2,5)	133,6 (±17,9)	12,1 (±0,6)	145,8 (±18,3)	36,5 (±9,0)
	300	E1	2,8 (±0,3)	4,9 (±0,7)	131,7 (±10,2)	12,4 (±1,6)	144,1 (±11,7)	23,3 (±2,7)
	300	E2	3,7 (±0,3)	5,8 (±0,5)	155,8 (±14,8)	12,2 (±2,1)	168,0 (±16,8)	24,6 (±1,7)
	300	p	3,7 (±0,9)	4,8 (±0,4)	134,6 (±6,5)	12,2 (±0,6)	146,9 (±7,1)	22,5 (±2,3)
N	75	E1	2,8 (±0,2)	3,9 (±0,3)	116,2 (±5,9)	12,7 (±0,9)	128,9 (±6,1)	22,9 (±2,4)
	75	E2	3,3 (±0,7)	5,2 (±1,0)	120,9 (±10,7)	11,4 (±0,7)	132,3 (±11,3)	25,9 (±3,1)
	75	p	3,4 (±0,9)	5,1 (±0,7)	115,3 (±27,8)	10,0 (±2,1)	125,2 (±29,9)	20,8 (±0,3)
	150	E1	1,8 (±0,6)	3,6 (±0,4)	90,8 (±14,9)	9,7 (±0,3)	100,5 (±15,0)	21,3 (±2,8)
	150	E2	3,9 (±0,5)	5,2 (±0,9)	130,9 (±27,5)	11,6 (±2,1)	142,5 (±29,6)	25,3 (±1,6)
	150	p	3,1 (±0,5)	5,0 (±0,5)	112,3 (±18,5)	10,2 (±1,3)	122,5 (±19,8)	24,4 (±1,8)
N+ K ₂ O	75+150	E1	4,9 (±0,8)	7,4 (±0,7)	155,7 (±2,6)	15,0 (±0,2)	170,7 (±2,8)	28,6 (±2,4)
	75+150	E2	2,8 (±0,5)	4,1 (±0,8)	117,5 (±6,8)	11,2 (±0,5)	128,7 (±7,1)	23,1 (±2,7)
	75+150	p	3,4 (±0,7)	4,6 (±0,7)	120,4 (±6,7)	12,7 (±0,6)	133,1 (±7,3)	30,3 (±3,3)
	300+600	p	3,0 (±0,5)	5,2 (±1,2)	129,9 (±6,6)	11,6 (±0,5)	141,5 (±6,9)	25,6 (±2,1)

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 25 e 37 meses após o plantio, respectivamente; p - aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 14 - Análise de variância para os contrastes da biomassa dos componentes das plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM					
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,01ns	4,64ns	843,09ns	2,71ns	941,32ns	1,99ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,45ns	4,01ns	48,50ns	0,01ns	49,58ns	99,52#
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,00ns	30,05*	65,01ns	0,06ns	69,03ns	315,91**
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,42ns	0,59ns	165,26ns	0,02ns	169,22n	4,24ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,90ns	0,34ns	252,94ns	1,21ns	219,14n	11,73ns

T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,15ns	0,30ns	110,72ns	0,24ns	121,34ns	5,45ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,24ns	0,06ns	169,00ns	3,18ns	218,51ns	0,90ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,19ns	0,55ns	21,67ns	8,67ns	57,77ns	26,03ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,10ns	0,66ns	4,38ns	0,36ns	2,22ns	2,58ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	5,14*	6,32ns	1502,19ns	0,42ns	1552,66ns	37,60ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,13ns	0,01ns	13,03ns	0,10ns	10,79ns	19,54ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	0,13ns	2,49ns	237,33ns	4,35ns	305,91ns	9,27ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	1,26ns	0,04ns	3,87ns	4,08ns	15,89ns	6,48ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,45ns	2,76ns	523,71ns	0,34ns	550,74ns	40,08ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,28ns	0,62ns	134,72ns	1,72ns	105,97ns	32,87ns
Resíduo	34	1,01	2,39	647,56	4,85	747,06	31,43
CV (%)		31,0	30,0	20,0	18,6	19,6	22,3

Ns = Não-significativo; e # * e ** significativos a 10, 5 e 1% respectivamente, pelo teste F.

Quadro 15 - Biomassa do lenho, da casca, da folha, do galho e da serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, no município de Itararé-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
			t ha ⁻¹					
	0	0	3,9 (±0,2)	8,2 (±1,6)	132,7 (±2,6)	10,8 (±0,5)	143,5 (±2,8)	16,9 (±3,7)
K ₂ O	150	E1	4,6 (±1,0)	8,4 (±1,9)	149,3 (±8,5)	13,5 (±2,2)	162,8 (±10,6)	18,6 (±3,3)
	150	E2	3,7 (±0,2)	8,3 (±0,9)	136,8 (±11,1)	12,2 (±1,4)	149,0 (±11,3)	18,4 (±2,7)
	150	p	4,3 (±0,7)	9,3 (±2,6)	151,5 (±22,0)	13,3 (±1,3)	164,8 (±23,3)	19,2 (±1,9)
	300	E1	2,9 (±1,3)	8,1 (±1,9)	133,2 (±21,8)	11,5 (±2,6)	144,7 (±24,3)	18,2 (±0,5)
	300	E2	3,5 (±0,4)	7,9 (±3,0)	128,6 (±7,2)	11,6 (±1,5)	140,3 (±7,4)	17,2 (±2,3)
	300	p	3,7 (±1,2)	7,6 (±1,5)	140,8 (±12,0)	12,8 (±1,0)	153,6 (±12,5)	17,9 (±3,4)
	N	75	E1	3,4 (±1,1)	7,2 (±3,2)	160,3 (±13,7)	14,7 (±1,5)	175,0 (±15,0)
75		E2	4,1 (±1,7)	8,7 (±1,6)	156,8 (±22,2)	14,3 (±2,0)	171,1 (±24,1)	21,7 (±3,0)
75		p	3,3 (±1,2)	7,1 (±1,4)	136,5 (±21,2)	13,7 (±1,6)	150,2 (±22,3)	20,5 (±3,1)
150		E1	4,4 (±0,8)	6,8 (±0,2)	152,1 (±32,6)	13,5 (±3,0)	165,6 (±35,0)	21,2 (±4,6)
150		E2	3,5 (±0,8)	6,3 (±0,4)	150,0 (±16,7)	14,3 (±3,3)	164,3 (±19,9)	19,1 (±5,6)
150		p	3,6 (±0,8)	6,5 (±1,3)	128,1 (±18,3)	13,1 (±3,0)	141,3 (±21,3)	20,0 (±5,8)
N+K ₂ O	75+150	E1	4,4 (±1,0)	7,0 (±1,0)	137,7 (±24,9)	12,6 (±2,2)	150,3 (±27,0)	20,9 (±3,3)
	75+150	E2	3,4 (±1,0)	8,7 (±0,4)	156,4 (±37,8)	13,0 (±3,6)	169,5 (±41,3)	22,8 (±1,2)
	75+150	p	3,7 (±2,3)	8,5 (±3,6)	156,7 (±18,6)	13,2 (±1,6)	169,8 (±19,9)	21,1 (±1,4)
	300+600	p	3,8 (±1,6)	7,6 (±3,1)	147,1 (±35,5)	13,2 (±1,7)	160,2 (±36,1)	21,0 (±4,9)

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 30 e 42 meses após o plantio, respectivamente; p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 16 - Análise de variância para os contrastes da biomassa dos componentes das plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM					
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,08ns	0,01ns	139,41ns	6,99ns	208,84ns	4,81ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	2,87ns	2,70ns	612,22ns	4,64ns	723,41ns	4,14ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,08ns	1,66ns	142,75ns	0,42ns	158,74ns	0,96ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,43ns	0,30ns	195,40ns	3,16ns	248,27ns	0,07ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,06ns	0,13ns	219,42ns	0,94ns	249,08ns	1,05ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,10ns	3,19ns	551,04ns	24,48*	807,78ns	25,30ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,21ns	6,14ns	271,63ns	1,68ns	316,01ns	0,16ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,38ns	1,34ns	971,22ns	1,30ns	1043,59ns	1,77ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,34ns	0,00ns	1052,38ns	1,08ns	1120,94ns	0,02ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,03ns	0,66ns	24,43ns	0,14ns	20,92ns	3,42ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,08ns	0,63ns	105,11ns	0,48ns	119,73ns	0,39ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	0,04ns	7,13ns	678,48ns	10,93ns	861,62ns	50,16*
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,00ns	0,46ns	23,26ns	0,11ns	20,13ns	0,85ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,12ns	0,95ns	184,59ns	0,23ns	197,81ns	1,06ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,05ns	1,24ns	138,82ns	0,00ns	138,86ns	0,03ns
Resíduo	34	1,32	4,11	459,73	4,67	535,61	11,54
CV (%)		30,3	26,1	14,8	16,6	14,7	17,4

Ns = Não-significativo e * significativo a 5%, pelo teste F.

Quadro 17 - Biomassa do tronco (lenho + casca), da folha, do galho e da serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
			t ha ⁻¹					
-	0	0	2,3 (±0,2)	4,5 (±0,4)	79,1 (±7,4)	8,7 (±1,9)	87,8 (±9,4)	23,0 (±0,7)
K ₂ O	75	E1	2,6 (±0,3)	4,4 (±0,4)	90,2 (±9,7)	9,4 (±1,6)	99,5 (±11,0)	23,97 (±2,0)
	150	E1	2,2 (±0,3)	5 (±0,0)	90,1 (±8,8)	10,6 (±1,4)	100,7 (±10,2)	22,93 (±0,9)
N	75	E1	2,4 (±0,2)	3,8 (±0,6)	76,9 (±3,7)	8,6 (±1,0)	85,5 (±3,0)	21,77 (±0,8)
	75	p	2,1 (±0,5)	4,4 (±0,5)	73,2 (±1,4)	9,3 (±0,4)	82,4 (±1,0)	21,13 (±1,3)
N +K ₂ O	75+75	E1	2,4 (±0,3)	4,3 (±0,4)	85,1 (±020)	9,7 (±0,8)	94,8 (±2,3)	25,67 (±1,2)

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; p – aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 18 - Análise de variância para os contrastes testados da biomassa nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou K em Santa Bárbara-MG

FV	GL	QM					
		Folha	Galho	Casca	Lenho	Tronco	Serapilheira
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	0,03ns	0,08ns	3,20ns	244,40ns	303,57ns	0,41ns
T ₁ vs T ₂	1	0,24ns	0,44ns	2,18ns	0,01ns	1,97ns	1,62ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	0,00ns	0,29ns	0,10ns	32,52ns	28,97ns	4,76ns
T ₃ vs T ₄	1	0,14ns	0,54ns	0,70ns	21,12ns	14,14ns	0,62ns
T ₀ vs T ₅	1	0,01ns	0,05ns	1,38ns	54,49ns	73,24ns	10,70ns
Resíduo	12	0,31	0,52	5,03	122,87	164,08	4,65
CV(%)		23,7	16,3	24,0	13,4	13,9	9,3

Ns = Não-significativo, pelo teste F.

proporcionou ganhos de biomassa em qualquer um dos três locais estudados. BARROS et al. (1990) relataram que a ausência ou a pequena resposta do eucalipto à aplicação de N é freqüente, e atribuiu à decomposição mais rápida da matéria orgânica do solo, decorrente das práticas de preparo da área, o atendimento da demanda da planta. Essa suposição foi de certa forma confirmada por GAMA-RODRIGUES (1997), que obteve dados que mostraram que a quantidade ciclada de N via biomassa microbiana em plantações de eucalipto seria suficiente para atender à demanda do povoamento após o terceiro ano de seu plantio.

A quantidade de biomassa de tronco em Alambari é próxima à de Itararé, mas bem superior à de Santa Bárbara, o que reflete a maior capacidade produtiva para os dois primeiros sítios, em relação à de Santa Bárbara. A produção das árvores nas parcelas-testemunha foi de 132,2, 143,5 e 87,8 t ha⁻¹ de tronco, em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente.

De modo geral, a biomassa de galhos e folhas das árvores adubadas se assemelha à observada para as árvores não-adubadas. Se houve efeitos da adubação com N e, ou, K nesses componentes, estes ocorreram em idades mais jovens, não mais sendo observados na idade de avaliação do experimento.

Os resultados revelam que, independentemente das doses aplicadas, há maior propensão de serem obtidas respostas quando se adiciona o K, combinado ou não com o N, ainda que as respostas encontradas sejam não-significativas (Quadros 16 a 18).

A despeito de não ocorrerem ganhos significativos ao adicionar o N e, ou, K nos três locais estudados, constataram-se ganhos médios acima de 20 % em algumas situações. Por exemplo, em Alambari a maior dose de K (300 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicada aos 37 meses após o plantio, proporcionou ganhos de 27 % na biomassa do tronco e de 22,7 % na biomassa total, quando comparada à testemunha. Ao combinar o K com o N, a magnitude dos ganhos não se alterou significativamente, tendo a dose de 150 kg de K₂O + 75 kg de N, aplicada aos 25 meses, permitido um aumento de 29,1 % na biomassa de tronco e de 28,4 % na total, em relação à testemunha.

O parcelamento das doses de N e, ou, K também não se mostrou efetivo. Em Alambari, onde o solo é mais arenoso, era de se esperar que parcelamento das doses de N e, ou, K pudesse propiciar maior ganho em biomassa, conforme sugerido por GUERRINI (1990). No entanto, não foram constatadas respostas ao parcelamento desses nutrientes, à semelhança do observado no ensaio de Itararé e Santa Bárbara.

Os resultados demonstram que mesmo em solos com baixo teor de matéria orgânica, como os de Alambari, a decomposição desta e, ou, de outras entradas de N no sistema seria suficiente para atender à demanda de plantios

com produtividade de cerca de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Por outro lado, em solos com teores de K semelhantes aos verificados neste estudo, o eucalipto apresenta boa probabilidade de resposta à adubação potássica.

A produção de serapilheira seguiu, basicamente, o mesmo padrão observado para a biomassa da parte aérea e não foi significativamente influenciada pela aplicação de N e, ou, K em nenhum dos três locais.

3.3. Teor e conteúdo de nutrientes na biomassa

A análise química de tecidos vegetais tem sido adotada para avaliar a necessidade de adubação do solo. As folhas são os componentes normalmente escolhidos, por expressarem mais fielmente o estado nutricional das plantas, permitindo fazer inferências sobre a disponibilidade de nutrientes no solo (MALAVOLTA, 1992).

Os teores N nos componentes de plantas de *E. grandis* e na serapilheira, de modo geral, não foram influenciados pela aplicação de N e, ou, K em nenhum dos três locais (Quadros 19 a 21). Esses resultados demonstram que o suprimento natural de N para as plantas em Alambari, Itararé e Santa Bárbara foi satisfatório, uma vez que as concentrações de N nas plantas-testemunha foram semelhantes às das árvores adubadas.

As concentrações de N nas folhas do eucalipto em Alambari foram superiores às observadas em Itararé e Santa Bárbara e semelhantes nos dois últimos locais. No entanto, essas concentrações estão numa faixa considerada adequada para eucalipto em qualquer dos três locais (GONÇALVES, 1995). Em Alambari, as concentrações de N nas folhas foram maiores do que as relatadas por SANTANA (1994) para *E. grandis*, em áreas próximas a esse local. Ressalta-se que o autor encontrou boas produtividades, algo em torno de 132 t ha⁻¹ de biomassa de tronco.

A aplicação de K elevou os teores deste nutriente em todos os componentes das plantas, principalmente nas folhas. Apesar de

apresentarem menores produtividades, as plantas de *E. grandis* em Santa Bárbara tiveram

Quadro 21 - Teores de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 12 e 24 ou aos 12 e 24 meses após o plantio, em Santa Bárbara-MG

Componente	Test	----- K ₂ O -----		----- N -----		K ₂ O + N
		----- 75 --	----- 150 -	----- 75 -----	----- 75+75	
		E1	E1	E1	p	p
----- dag kg ⁻¹ -----						
Nitrogênio						
Folha	1,68	1,76	1,66	1,50	1,72	1,66
Galho	0,45	0,47	0,39	0,46	0,40	0,41
Lenho	0,11	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12
Casca	0,36	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34
Tronco	0,47	0,48	0,45	0,46	0,45	0,46
Serapilheira	0,68	0,71	0,65	0,67	0,67	0,73
Fósforo						
Folha	0,10	0,10	0,10	0,09	0,11	0,10
Galho	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
Lenho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casca	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
Tronco	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
Serapilheira	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Potássio						
Folha	0,73	0,82	0,88	0,53	0,85	0,82
Galho	0,35	0,37	0,34	0,23	0,36	0,33
Lenho	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06
Casca	0,49	0,56	0,53	0,36	0,42	0,49
Tronco	0,54	0,62	0,57	0,41	0,48	0,55
Serapilheira	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05
Cálcio						
Folha	0,52	0,50	0,54	0,47	0,52	0,60
Galho	0,34	0,34	0,28	0,31	0,21	0,40
Lenho	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04
Casca	0,49	0,46	0,36	0,44	0,51	0,48
Tronco	0,52	0,49	0,38	0,47	0,54	0,52
Serapilheira	0,38	0,34	0,34	0,36	0,35	0,34
Magnésio						

Folha	0,23	0,18	0,20	0,22	0,24	0,22
Galho	0,10	0,07	0,06	0,10	0,05	0,11
Lenho	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Casca	0,11	0,13	0,08	0,12	0,10	0,17
Tronco	0,12	0,14	0,09	0,13	0,11	0,18
Serapilheira	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; e p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio

teores de K na parte aérea (folha, galho, casca e lenho) maiores do que os observados em Alambari e Itararé, mesmo para as árvores-testemunha, o que indica que havia boa disponibilidade natural de K para as plantas nesse local.

Os teores de P Ca e Mg na biomassa não foram influenciados pela aplicação de N e, ou, K (Quadros 19 a 21). Os maiores teores de P encontrados em Alambari estão relacionados à aplicação de FAPS no plantio. Em Santa Bárbara, os teores de Ca e Mg no tronco foram menores do que em Alambari e Itararé, indicando haver restrições ao fornecimento desses nutrientes para as plantas no local, fato também constatado por LEITE (1996) e GATO (2000).

De modo geral, os conteúdos de N no lenho e na biomassa total das árvores adubadas apresentaram valores próximos aos das testemunhas, em Alambari e Itararé (Quadros 22 e 23). Já em Santa Bárbara, os conteúdos de N no lenho e na biomassa total foram bem superiores aos da testemunha, apenas para os tratamentos em que foi adicionado o K (Quadro 24), refletindo uma produção de biomassa ligeiramente superior à encontrada nos tratamentos em que este nutriente não foi aplicado. Os teores de N na biomassa para esses tratamentos foram maiores do que os da testemunha, principalmente para a dose de 75 kg ha⁻¹ de K₂O (Quadro 21), o que pode estar indicando a limitação de crescimento por outro nutriente, possivelmente o Ca. Os conteúdos de N nas folhas e nos galhos, em Alambari e Itararé, apresentaram pequenas diferenças, sendo, de modo geral, superiores aos valores encontrados em Santa Bárbara.

Estas diferenças são reflexos da menor quantidade de biomassa em Santa Bárbara.

Em Alambari e Itararé, não foram constatadas diferenças no conteúdo de N na biomassa ao adicionar o N nas doses de 75 ou 150 kg ha⁻¹. O mesmo ocorreu quando o N foi combinado com o K; o parcelamento das doses de N também não surtiu efeito, bem como a aplicação em duas épocas distintas (Quadros 22 e 23).

No ensaio de Santa Bárbara, testou-se apenas o parcelamento do N, procedimento que não proporcionou diferenças no conteúdo de N da biomassa.

Considerando os conteúdos médios da parte aérea em Alambari e Itararé, as plantas de *E. grandis* acumularam maior quantidade de N na biomassa,

aproximadamente 220 kg ha⁻¹. Em Santa Bárbara o acúmulo foi menor, 131 kg ha⁻¹, o que reflete a menor produção de biomassa. Estes valores são inferiores aos citados por REIS e BARROS (1990), para sítios de alta produtividade, e próximos aos relatados por SANTANA (1994), que encontrou em áreas próximas a Alambari e Itararé valores acumulados em torno de 200 kg ha⁻¹, para uma produção de biomassa de tronco semelhante (133 t ha⁻¹). Assim, pode-se inferir que a ausência de respostas, neste trabalho, ao aplicar o N via fertilizante, deve-se à boa disponibilidade natural desse nutriente nas regiões estudadas.

A adição do K influenciou o conteúdo deste nutriente na biomassa de *E. grandis*, em Alambari, Itararé e Santa Bárbara (Quadros 22 a 24). Em termos médios, as plantas de *E. grandis* acumularam 141,0, 149,0 e 99,0 kg ha⁻¹ de K no tronco, em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente, enquanto as testemunhas acumularam 95 kg ha⁻¹ de K em Alambari e Itararé e 82 kg ha⁻¹ de K. Portanto, enquanto o K acumulado nas plantas adubadas foi, aproximadamente, 50 % maior do que na testemunha, em nenhuma situação a diferença de biomassa total foi superior a 23 %.

Em Alambari, o acúmulo de K na árvore foi proporcional à dose aplicada (Quadro 22). No ensaio de Itararé, não foram constatadas diferenças entre as doses de K (Quadro 23). O parcelamento das doses também não se refletiu no

conteúdo deste nutriente na biomassa, indicando que a eficiência da planta em absorver o K teria sido semelhante nos dois tratamentos (Quadros 22 a 24).

A época de aplicação do fertilizante potássico não influenciou o conteúdo de K na biomassa, em Alambari e Itararé (Quadros 22 a 24). Ao combinar o N com o K, o conteúdo de nutrientes na biomassa foi maior quando o K foi aplicado aos 25 meses em Alambari e aos 42 meses, em Itararé. O maior acúmulo de K na biomassa para os tratamentos em que este nutriente foi aplicado, quando comparado à testemunha, não se refletiu em maior crescimento por parte das plantas, confirmando que a disponibilidade natural de K foi suficiente para a obtenção da produtividade de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

Quadro 24 - Conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 12 e 24 ou aos 12 e 24 meses após o plantio, em Santa Bárbara-MG

Componentes	Test.	----- K ₂ O ---		----- N -----		K ₂ O + N ----- 75+75 -- -
		----- 75 -----	----- 150 -----	----- 75 -----	-----	
		E1	E1	E1	p	p
----- kg.ha ⁻¹ -----						
Nitrogênio						
Folha	38,3	45,3	36,5	36,6	37,7	38,6
Galho	20,5	20,4	19,3	17,5	17,4	17,8
Lenho	86,9	121,3	108,6	89,9	85,5	104,7
Casca	30,4	30,8	34,5	29,2	30,5	32,9
Tronco	117,4	152,1	143,1	119,1	116,0	137,6
Serapilheira	154,9	168,5	148,8	146,4	141,2	185,9
Total	331,0	386,2	347,8	319,6	312,2	379,8
Fósforo						
Folha	2,2	2,5	2,2	2,2	2,3	2,3
Galho	1,7	1,8	1,7	1,5	1,6	1,7
Lenho	1,1	1,6	0,9	1,6	2,3	2,0
Casca	3,2	3,6	3,2	3,2	4,7	3,7
Tronco	4,3	5,2	4,1	4,8	6,9	5,7
Serapilheira	2,7	3,6	2,9	3,3	2,4	3,1

Total	10,8	13,2	10,8	11,8	13,3	12,8
Potássio						
Folha	16,8	21,4	19,1	12,9	16,9	18,9
Galho	15,6	16,1	17,0	9,1	15,0	14,4
Lenho	40,7	53,8	40,3	39,6	40,0	49,1
Casca	41,5	52,0	54,4	29,2	38,6	47,4
Tronco	82,1	106,7	94,7	68,8	78,7	96,5
Serapilheira	11,1	11,8	10,1	10,4	10,4	13,0
Total	125,6	156,0	140,9	101,2	120,9	142,8
Cálcio						
Folha	11,9	12,9	11,8	11,5	10,4	14,3
Galho	15,4	15,1	13,7	11,9	9,0	16,8
Lenho	25,0	28,7	21,5	20,3	21,6	30,0
Casca	43,3	41,0	36,7	36,8	46,6	46,4
Tronco	68,4	69,7	58,2	57,0	68,2	76,4
Serapilheira	85,9	81,9	77,9	77,3	74,2	86,8
Total	181,6	179,6	161,6	157,7	161,8	194,2
Magnésio						
Folha	5,2	4,8	4,6	5,4	5,0	5,4
Galho	4,4	3,3	3,0	4,0	2,3	4,9
Lenho	5,7	6,5	5,0	5,4	6,0	8,4
Casca	9,5	11,7	9,0	9,8	9,1	15,9
Tronco	15,2	18,2	14,0	15,1	15,1	24,3
Serapilheira	16,1	14,4	14,2	15,2	14,4	19,3
Total	40,9	40,8	35,9	39,7	36,8	53,9

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; e p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio.

Os conteúdos de P, Ca e Mg na parte aérea não foram afetados significativamente pela aplicação de N e, ou, K, nos três locais estudados. As quantidades de P, de Ca e de Mg acumuladas no tronco, pelas plantas de *E. grandis*, variaram para os três ensaios. Em Alambari, aos 94 meses, os valores médios foram 30,1, 190,2 e 52,2 kg ha⁻¹ de P, Ca e Mg, respectivamente. Em Itararé, aos 98 meses, foram de 12,3, 269,7 e 58,6 kg ha⁻¹ de P, Ca e Mg, respectivamente. Observa-se que a acumulação de P no tronco, em Alambari, foi bem superior à de Itararé, o que se deve, provavelmente, à maior disponibilidade de P no solo em Alambari, conforme demonstrado no Quadro 31, decorrente da aplicação de FAPS e da textura arenosa do solo desse local, o que resulta em maior concentração de P em solução (NOVAIS e SMITH, 1999).

As quantidades de P e Ca acumulados no tronco em Itararé são inferiores às relatadas por SANTANA (1994), em regiões próximas a este ensaio.

Em Santa Bárbara, aos 84 meses, a quantidade de P, Ca e Mg acumulados no tronco foi, respectivamente: 5,2, 66,3 e 17,0 kg ha⁻¹. Os menores conteúdos desses nutrientes nas plantas em Santa Bárbara (Quadro 24) evidenciam que um ou mais nutrientes teriam limitado o crescimento das plantas, pois seus teores no solo (Quadro 33) se encontram bem abaixo dos níveis críticos para manutenção de um crescimento adequado, 4,1 mg dm⁻³ para P e 0,30 e 0,07 cmol_c dm⁻³ para Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, para uma produtividade em torno de 30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (BARROS et al., 1997). Teores muito baixos de Ca²⁺ e Mg²⁺ são comuns na região de Santa Bárbara (LEITE, 1996, 2000; AMARAL, 2000; GATTO, 2000).

Os teores de Ca na casca podem ser utilizados como indicativos da disponibilidade deste nutriente para as plantas. Por exemplo, em Alambari e em Itararé 62 % do Ca absorvido encontra-se na casca, já em Santa Bárbara esse valor é de 45 %. Relacionando o baixo teor de Ca²⁺ no solo com o conteúdo deste nutriente alocado na casca, observa-se que em Santa Bárbara esses teores foram menores do que os normalmente encontrados na literatura. Deste modo, pode-se inferir que, provavelmente, o Ca é o nutriente que mais limitou a produtividade na região de Santa Bárbara.

A aplicação de N e, ou, K, independentemente da técnica adotada, não influenciou significativamente o conteúdo de nutrientes na serapilheira (Quadros 22 e 23). O conteúdo de nutrientes na serapilheira reflete, de certa forma, o conteúdo da parte aérea, tendo sido semelhante em Alambari e Itararé e mais baixo em Santa Bárbara. Os menores conteúdos de Ca e Mg na serapilheira refletem o status destes nutrientes no solo, sendo seus teores inferiores aos preconizados por BARROS et al. (1997). O baixo conteúdo de K na serapilheira pode ser explicado pelo fato de este nutriente ser perdido logo no início do processo de decomposição, pois não está ligado a nenhum componente estrutural das plantas. Segundo PEREIRA (1990), 75 % de todo K da serapilheira é perdido nos primeiros seis meses de decomposição.

3.4. Coeficiente de utilização biológico (CUB)

De modo geral, independentemente da dose, forma e época de aplicação, o CUB do tronco (BARROS et al., 1986) para o N, considerando os tratamentos em que este nutriente foi aplicado, apresentou valores próximos ao da testemunha (Quadros 25, 27 e 29), não sendo significativamente influenciado pela aplicação de N (Quadros 26, 28 e 30) A exceção ocorreu em Itararé, onde o CUB, para a dose 150 kg ha⁻¹, foi maior (Quadro 25).

Em Alambari e Santa Bárbara, os valores dos CUBs para o N foram menores que o crítico adotado pelo NUTRICALC (BARROS et al., 1995), em todos os tratamentos. Os elevados conteúdos de N encontrados na biomassa total de *E. grandis* no final da rotação, mesmo para as plantas-testemunha, cerca de 450 kg ha⁻¹ em Alambari e 350 kg ha⁻¹ em Santa Bárbara, demonstram que as plantas tiveram suprimento de N comparável com os dos sítios de boa produtividade (REIS e BARROS, 1990; SANTANA, 1994; LADEIRA, 1999), o que, de certo modo, explica os menores valores de CUB e a conseqüente ausência de resposta à aplicação de N.

No ensaio de Itararé a adição de N, independentemente da dose e da forma de aplicação (Quadro 27), elevou os valores de CUB para o N. Com base no

Quadro 25 - Coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

Fertilizante	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	N	K	Ca	Mg	P
			kg de biomassa/kg de nutrientes				
-	0	0	660	1.397	675	2.833	5.575
K ₂ O	150	E1	616	1.246	765	2.433	3.373
	150	E2	642	1.111	755	2.730	5.023
	150	p	614	1.101	880	2.514	4.068
	300	E1	635	875	817	3.282	5.750
	300	E2	617	1.007	810	2.991	5.270
	300	p	622	905	749	3.281	7.072
	75	E1	599	1.469	732	2.968	5.776

N	75	E2	660	1.376	636	3.031	4.956
	75	p	610	1.220	684	2.856	4.380
	150	E1	624	1.719	706	2.753	5.694
	150	E2	574	1.662	691	2.725	5.176
	150	p	575	1.551	646	2.596	3.447
N+K ₂ O	150+75	E1	636	1.259	911	2.681	5.903
	150+75	E2	642	1.003	727	2.578	4.370
	150+75	p	682	1.238	999	2.268	5.937
	600+300	p	667	951	986	3.196	5.362
Crítico ^{1/}	-	-	800	1.000	600	3.000	10.000

^{1/} Crítico segundo o NUTRICALC (BARROS et al., 1995).

Quadro 26 - Análise de variância para os contrastes do coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM				
		N	K	P	Ca	Mg
T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	3232,76ns	325741,40*	596451,00ns	37885,57ns	3866,60ns
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	5,46ns	224998,20*	15832892,00*	289,71ns	1760234,00*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	427,76ns	11990,09ns	33709,00ns	28759,91ns	9139,30ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	27,87ns	2492,66ns	4882440,00ns	8211,44ns	42045,40ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	40,56ns	6,59ns	1025661,00ns	207,82ns	24,90ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	104,90ns	57343,89ns	13535321,00*	25617,95ns	882797,00ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	7144,85*	27186,54ns	1152826,00ns	157,20ns	344,50ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	4590,05#	376131,00*	315800,00ns	41,34ns	304734,10ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	788,79ns	81475,49ns	1943287,00ns	0,01ns	41025,10ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	1167,76ns	38783,02ns	7906070,00ns	5578,94ns	40987,60ns
T ₉ vs T ₁₂	1	95,78ns	16910,59ns	1343596,00ns	9310,71ns	882,20ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	1817,31ns	164174,50*	1306425,00ns	2189,28ns	101544,00ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	23,17ns	96220,77#	79128,00ns	128382,30#	55667,50ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	397,39ns	104445,40#	3892,00ns	25606,02ns	1060148,00#
T ₁₅ vs T ₁₆	1	3698,71ns	23034,63ns	1281637,00ns	64730,30ns	260857,80ns
Residuo	34	1621,40	28996,64	3268715,00	34136,12	355862,80
CV (%)		6,4	13,7	35,3	23,8	21,2

Ns = Não-significativo; e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 27 - Coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

Fertilizante	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	N	K	Ca	Mg	P
			----- kg de biomassa/kg de nutrientes -----				
-	0	0	644	1.549	590	3.135	13.203

K ₂ O	150	E1	635	1.203	601	2.470	13.524
	150	E2	660	841	1.025	3.049	14.171
	150	p	623	1.161	713	2.737	18.462
	300	E1	637	922	752	2.694	11.298
	300	E2	635	906	535	2.401	11.735
	300	p	708	1.145	571	2.861	20.319
N	75	E1	732	1.565	602	2.842	10.649
	75	E2	724	1.378	503	2.598	13.116
	75	p	773	1.393	691	2.939	13.098
	150	E1	841	1.723	751	2.747	10.025
	150	E2	837	1.790	545	2.533	19.685
	150	p	854	1.545	692	2.889	14.826
N+ K ₂ O	150+75	E1	852	1.378	827	2.855	12.326
	150+75	E2	860	1.136	549	2.499	19.000
	150+75	p	836	1213	854	3.546	20.899
	600+300	p	808	941	684	2.839	16.505
Crítico ^{1/}	-	-	800	1.000	600	3.000	12.000

^{1/} Crítico, segundo o NUTRICALC (BARROS et al., 1995).

Quadro 28 - Análise de variância para os contrastes do coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM				
		N	K	P	Ca	Mg
T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	68,16ns	693015,30*	7567436,00ns	30832,21ns	482694,80ns
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	1900,43ns	26951,71ns	3938796,00ns	115550,00ns	44985,50ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	1209,48ns	38548,47ns	42591500,00ns	20207,03ns	944,60ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	10295,89*	106792,10ns	154955504,00#	10391,44ns	196250,00ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	385,04ns	106809,20ns	881174,00ns	32065,31ns	61328,50ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	10780,82*	378,94ns	5167329,00ns	29942,72ns	22818,00ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	57166,08*	769,63ns	340171,00ns	4268,58ns	365592,10ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	45873,07*	260881,30#	29435168,00ns	18390,94ns	22087,40ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	4081,67#	12606,64ns	2951660,00ns	38449,86ns	95644,20ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	427,77ns	89224,20ns	1688,00ns	3843,91ns	123880,30ns
T ₉ vs T ₁₂	1	108,30ns	10824,02ns	110300384,00#	69849,47ns	156829,70ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	9744,12*	35065,60ns	4480573,00ns	0,78ns	3739,40ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	90981,18*	349715,20*	38017288,00ns	46003,67ns	96320,10ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	770,89ns	203502,50ns	1835765,00ns	7883,03ns	36734,90ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	770,89ns	3892,49ns	54820336,00ns	54851,33ns	1511426,00*
Residuo	34	1336,38	72700,98	38515908,00	80065,59	328189,90
CV (%)		4,9	21,0	41,7	41,9	20,4

Ns = Não-significativo; e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 29 - Coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

Fertilizante	Dose	Época	kg de biomassa/kg de nutrientes ----				
			N	K	Ca	Mg	P
-	0	0	745	1.145	1.370	5.823	21.847
K ₂ O	75	E1	654	940	1.451	5.539	20.756
	150	E1	702	1.080	1.727	7.702	25.353
N	75	E1	718	1.279	1.557	6.321	19.448
	75	p	711	1.065	1.216	5.724	13.525
N+K ₂ O	75+75	p	692	1.020	1.287	4.041	16.547
Crítico ^{1/}	-	-	800	1.000	600	3.000	12.000

^{1/} Crítico segundo o NUTRICALC (BARROS et al., 1995).

Quadro 30 - Análise de variância para os contrastes do coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em santa Bárbara-MG

FV	GL	QM				
		N	K	P	Ca	Mg
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	8946,82 [#]	36492,96n	2913842,0ns	95873,64n	1271511,00n
T ₁ vs T ₂	1	3502,68ns	29326,00n	31706508,0n	114048,70	7021122,00n
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	1877,81ns	57473556,0n	1511,94ns	550,79ns	79509,00ns
T ₃ vs T ₄	1	80,66ns	68453,46n	52628776,0n	174429,00	534258,00ns
T ₀ vs T ₅	1	4147,23ns	23446,62n	42141876,0n	10356,93n	4761751,00n
Resíduo	12	2517,54	46397,52	33223356,0	79748,70	2464307,00
CV (%)		7,1	19,8	29,4	19,7	26,8

Ns = Não-significativo e* significativo a 5%, pelo teste F.

relatado anteriormente para Alambari e Santa Bárbara, conclui-se que tal comportamento não era esperado. Uma das hipóteses seria de que nos tratamentos em que o N foi aplicado houve maior crescimento do sub-bosque, quando comparado à testemunha. Deste modo, a de mato-competição teria sido acentuada, provocando a imobilização de grande parte do nutriente, com conseqüente diminuição de sua disponibilidade para as plantas, o que elevou os valores de CUB mesmo para as doses mais altas de N. SCHENEIDER (1993) relatou que o processo de mato-competição pode ser considerado o fator biológico de maior importância no manejo da floresta, pois determina diretamente a intensidade, o tipo e a época de aplicação das intervenções silviculturais.

Os valores do CUB para o K em Alambari e Itararé foram maiores do que o crítico, mesmo para os tratamentos em que este nutriente foi aplicado. Em Santa Bárbara, o CUB do K para as árvores adubadas se igualou ao crítico.

A grande diferença entre o CUB e o K para os tratamentos em que não foram aplicados o K e o CUB crítico adotado pelo NUTRICALC (BARROS et al., 1995), em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, indica que, provavelmente, o K pode estar limitando a produtividade, uma vez que no final do ciclo o teor deste nutriente no solo (Quadros 31 a 33) se encontra abaixo do nível crítico para a manutenção (NOVAIS et al., 1986). Tal fato indica ainda, de acordo com os teores do nutriente no solo, que a produtividade do ciclo seguinte seria limitada pelo K, a menos que um fertilizante seja aplicado.

Em Alambari e Itararé, o aumento da dose de K reduziu o valor do CUB-K. O parcelamento das doses de N e K reduziu os valores do CUB na dose de

150 kg ha⁻¹ de K₂O, em Itararé, e quando se combinou 75 kg de N + 150 kg de K₂O por ha, em Alambari e Itararé. Os menores valores de CUB de K observados podem ser explicados pela maior disponibilidade do nutriente, quando o K foi adicionado.

De modo geral, em Alambari e Itararé os valores de CUB para o P, Ca e Mg não foram afetados pela adição do N e, ou, K (Quadros 25 e 27). O mesmo não ocorreu em Santa Bárbara (Quadro 29), onde os valores de CUB para esses

Quadro 31 - Características químicas do solo sob floresta de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, em Alambari-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+A	CO	
					mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	dag kg ⁻¹	
-	0	0	0-10	4,1	56,7	17,3	3	0,099	1,3	4,5	0,7	
			10-20	4,2	39,7	9,3	1	0,058	1,1	3,4	0,4	
			20-40	4,2	9,8	12,3	6	0,031	1,0	2,9	-	
			40-60	4,2	0,5	9,3	2	0,025	1,1	2,8	-	
			60-100	4,1	0,3	13,7	7	0,016	1,1	2,6	-	
			10-100	4,1	0,3	13,7	7	0,016	1,1	2,6	-	
	K ₂ O	150	E1	0-10	4,1	29,9	24,7	5	0,067	1,3	4,0	0,3
				10-20	4,3	20,8	15,0	3	0,033	1,1	2,9	0,3
				20-40	4,2	2,5	9,7	8	0,018	1,0	2,6	-
				40-60	4,2	0,5	16,7	5	0,014	1,1	2,5	-
				60-100	4,1	0,0	13,0	3	0,014	1,1	2,6	-
				10-100	4,1	0,0	13,0	3	0,014	1,1	2,6	-
-	150	E2	0-10	4,1	186,5	27,3	1	0,077	1,2	4,5	0,5	
			10-20	4,3	78,4	15,7	9	0,037	1,0	3,6	0,8	

						0,02				
		20-40	4,3	11,6	14,0	1	0,027	1,0	2,8	-
						0,01				
		40-60	4,1	0,6	12,0	3	0,016	1,1	3,0	-
		60-				0,01				
		100	4,1	0,2	11,0	1	0,021	1,1	2,4	-
						0,06				
		0-10	4,1	46,4	17,7	8	0,064	1,3	4,6	0,6
						0,02				
		10-20	4,2	27,6	17,0	4	0,030	1,1	3,0	0,5
150	P	20-40	4,2	3,1	9,7	3	0,015	1,1	2,6	-
						0,01				
		40-60	4,1	0,8	8,7	0	0,018	1,0	2,5	-
		60-				0,00				
		100	4,2	0,3	7,7	9	0,029	1,0	2,3	-
				159,		0,07				
		0-10	4,1	1	18,3	5	0,053	1,2	4,3	0,5
						0,01				
		10-20	4,2	31,6	13,7	9	0,023	1,1	3,4	0,4
						0,00				
300	E1	20-40	4,2	4,1	11,0	6	0,014	1,1	2,6	-
						0,00				
		40-60	4,1	0,4	12,7	5	0,012	1,1	2,6	-
		60-				0,00				
		100	4,1	0,1	9,7	1	0,006	1,1	2,4	-
				142,		0,08				
		0-10	4,2	6	20,7	8	0,042	1,1	4,2	0,5
						0,01				
		10-20	4,2	72,5	14,7	5	0,032	1,1	3,5	0,5
						0,02				
300	E2	20-40	4,3	18,6	17,3	1	0,021	1,0	2,6	-
						0,00				
		40-60	4,1	0,7	27,7	1	0,014	1,0	2,3	-
		60-				0,00				
		100	4,1	0,0	9,7	0	0,021	1,1	2,3	-
						0,05				
		0-10	4,2	27,7	25,7	4	0,059	1,2	4,3	0,8
						0,01				
		10-20	4,2	17,3	15,7	0	0,032	1,0	3,1	0,8
						0,00				
300	P	20-40	4,2	18,9	12,0	6	0,019	1,0	2,6	-
						0,01				
		40-60	4,2	0,4	15,3	5	0,028	1,0	2,5	-
		60-				0,00				
		100	4,2	0,2	11,0	3	0,013	1,0	2,3	-

N	75	E1			115,	0,09						
			0-10	4,2	9	23,3	7	0,072	1,2	4,3	0,7	
								0,03				
			10-20	4,2	47,9	16,7	8	0,035	1,1	3,5	0,6	
								0,01				
			20-40	4,1	20,4	22,0	3	0,018	1,0	3,1	-	
						0,01						
	40-60	4,1	2,8	15,3	2	0,015	1,1	2,7	-			
	60-					0,00						
	100	4,1	5,6	21,0	8	0,006	1,1	2,5	-			
	N	75	E2			129,	0,09					
0-10				4,2	7	16,0	3	0,078	1,3	4,3	0,7	
								0,04				
10-20				4,2	6	11,3	2	0,043	1,2	1,6	0,8	
								0,01				
20-40				4,2	17,4	14,7	7	0,023	1,1	3,2	-	
						0,01						
40-60		4,1	1,6	8,3	2	0,035	1,0	2,4	-			
60-						0,00						
100		4,2	0,8	10,7	6	0,035	1,0	2,7	-			

Quadro 31, cont.

Nutrient e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO	
					mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³	(dag kg ⁻¹)		
N	75	p	0-10	4,2	66,5	18,7	0,05	0,054	1,2	4,4	0,8	
							5					
			10-20	4,2	16,2	15,7	0,01	0,029	1,1	3,0	0,7	
							3					
			20-40	4,2	4,4	10,3	0,00	0,017	1,0	2,5	-	
							4					
	40-60	4,2	3,0	11,0	0,02	0,019	1,0	2,5	-			
					0							
	60-	4,1	0,8	20,7	0,00	0,016	1,1	2,4	-			
	100				3							
N	150	E1	0-10	4,1	61,7	15,0	0,07	0,052	1,3	4,4	0,7	
							5					
			10-20	4,1	39,9	17,3	0,02	0,029	1,0	3,0	0,7	
					6							
	20-40	4,1	10,7	11,3	0,01	0,016	1,0	2,8	-			
					5							

			40-60	4,1	0,4	14,3	0,01	0,011	1,0	2,7	-
							3				
			60-100	4,1	0,1	11,0	0,01	0,010	1,0	2,3	-
							3				
			0-10	4,1	38,6	24,7	0,07	0,068	1,2	4,2	0,7
							3				
			10-20	4,1	26,5	19,7	0,03	0,034	1,1	3,2	0,7
							4				
	150	E2	20-40	4,2	8,7	16,7	0,01	0,023	1,1	3,0	-
							9				
			40-60	4,2	0,4	12,7	0,01	0,037	1,1	2,4	-
							5				
			60-100	4,1	0,1	7,7	0,00	0,022	1,1	2,6	-
							9				
			0-10	4,1	170,3	19,0	0,08	0,073	1,3	4,4	0,7
							9				
			10-20	4,2	71,8	13,7	0,02	0,032	1,1	3,2	0,7
							8				
	150	p	20-40	4,2	22,0	19,3	0,01	0,020	1,0	3,3	-
							9				
			40-60	4,2	0,8	14,7	0,02	0,029	1,1	3,0	-
							0				
			60-100	4,2	0,3	14,3	0,01	0,028	1,0	2,6	-
							3				
			0-10	4,1	40,3	22,3	0,03	0,077	1,2	4,1	0,8
							8				
			10-20	4,3	10,3	19,3	0,01	0,040	1,1	2,8	0,7
							4				
	75+150	E1	20-40	4,1	8,1	10,3	0,00	0,027	1,0	2,9	-
							7				
			40-60	4,1	0,4	17,3	0,00	0,022	1,1	2,6	-
							3				
			60-100	4,1	0,2	9,7	0,00	0,020	1,1	2,6	-
							3				
N + K ₂ O			0-10	4,1	64,9	20,3	0,03	0,066	1,2	4,3	0,8
							9				
			10-20	4,2	32,8	17,3	0,01	0,031	1,0	2,9	0,7
							0				
	75+150	E2	20-40	4,2	4,1	17,3	0,00	0,019	1,0	2,5	-
							3				
			40-60	4,1	0,9	13,7	0,00	0,013	1,0	2,5	-
							1				
			60-100	4,1	0,3	11,7	0,00	0,016	1,1	2,3	-
							1				
	75+150	p	0-10	4,1	68,7	23,3	0,05	0,055	1,2	4,3	1,0
							2				

		10-- 20	4,2	36,0	15,3	0,01 4	0,024	1,1	3,3	0,8
		20-40	4,1	11,7	14,7	0,00 4	0,011	1,0	2,4	-
		40-60	4,1	0,8	17,0	0,00 1	0,016	1,0	2,5	-
		60- 100	4,2	0,0	12,3	0,00 0	0,032	1,0	2,4	-
		0-10	4,1	51,4	16,3	0,04 4	0,034	1,1	3,5	0,9
		10-20	4,2	17,0	13,3	0,01 5	0,020	1,0	3,0	0,7
300+60 0	p	20-40	4,2	6,0	9,7	0,00 5	0,009	0,9	2,3	-
		40-60	4,2	0,7	9,7	0,00 5	0,006	1,0	2,3	-
		60- 100	4,1	0,2	8,0	0,00 2	0,003	1,0	2,4	-

P e K = extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺e Al³⁺ = extrator KCL 1 mol L⁻¹; H + Al - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; pH em H₂O = relação solo:água 1: 2,5; CO = carbono orgânico; E1 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 25 meses após o plantio; E2 - aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 37 meses após o plantio; e p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio.

Quadro 32 - Características químicas do solo sob floresta de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, em Itararé-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO
					mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	(dag kg ⁻¹)
			0-10	4,4	0,1	17,0	0,02	0,116	1,1	8,8	2,4
							7				
	0	0	10-20	4,5	0,0	16,3	0,02	0,086	1,1	9,1	2,7
							0				
			20-40	4,4	0,0	12,3	0,00	0,040	0,9	8,8	-
							8				

			40-60	4,3	0,0	10,0	0,00	0,025	0,7	7,8	-
			60-100	4,5	0,0	7,3	0,01	0,017	0,4	6,6	-
			0-10	4,4	0,8	20,7	0,06	0,214	1,2	10,3	2,8
			10-20	4,3	0,0	19,0	0,00	0,098	1,2	9,8	2,8
	150	E1	20-40	4,4	0,0	12,7	0,00	0,045	1,0	9,3	-
			40-60	4,4	0,0	13,3	0,00	0,030	0,8	8,3	-
			60-100	4,5	0,0	8,0	0,03	0,018	0,7	7,3	-
			0-10	4,4	0,0	22,0	0,02	0,160	1,5	10,8	3,0
			10-20	4,4	0,0	21,7	0,00	0,076	1,2	10,0	3,0
	150	E2	20-40	4,3	0,0	13,7	0,00	0,042	1,0	9,0	-
			40-60	4,4	0,0	9,3	0,00	0,024	0,7	7,5	-
			60-100	4,5	0,0	7,7	0,00	0,015	0,4	6,3	-
			0-10	4,4	3,3	20,0	0,01	0,103	1,4	10,3	3,2
			10-20	4,3	0,2	17,0	0,00	0,064	1,3	9,8	3,2
	150	p	20-40	4,4	0,0	12,0	0,01	0,036	1,0	8,9	-
			40-60	4,3	0,0	7,7	0,02	0,026	0,7	8,1	-
			60-100	4,4	0,0	5,0	0,00	0,013	0,5	6,6	-
			0-10	4,5	0,4	16,7	0,01	0,163	1,2	9,5	2,7
			10-20	4,4	0,1	14,7	0,00	0,082	1,1	9,3	2,8
	300	E1	20-40	4,4	0,0	8,0	0,00	0,034	0,9	8,6	-
			40-60	4,4	0,0	7,7	0,00	0,018	0,7	7,4	-
			60-100	4,5	0,0	4,0	0,00	0,010	0,4	6,5	-
	300	E2	0-10	4,4	1,5	18,0	0,10	0,266	1,2	10,1	2,7

			10-20	4,3	0,1	14,0	0,01	0,091	1,2	9,2	2,6
							2				
			20-40	4,4	0,0	12,0	0,00	0,047	1,0	8,9	-
							7				
			40-60	4,4	0,0	7,0	0,00	0,022	0,6	7,2	-
							6				
			60-100	4,5	0,0	6,0	0,00	0,013	0,3	5,8	-
							5				
			0-10	4,4	0,3	15,3	0,00	0,089	1,4	10,8	3,0
							8				
			10-20	4,3	0,2	16,7	0,01	0,127	1,3	9,9	3,4
							5				
	300	p	20-40	4,4	0,0	8,0	0,00	0,050	1,0	9,0	-
							7				
			40-60	4,4	0,0	4,3	0,00	0,020	0,6	7,6	-
							3				
			60-100	4,3	0,0	4,7	0,00	0,016	0,5	7,1	-
							4				
			0-10	4,5	0,2	15,3	0,04	0,168	1,2	9,6	2,6
							1				
			10-20	4,4	0,0	13,3	0,01	0,078	1,2	9,5	2,7
							3				
	75	E1	20-40	4,4	0,0	8,3	0,00	0,041	0,9	8,6	-
							6				
			40-60	4,4	0,0	5,0	0,00	0,022	0,7	8,2	-
							5				
			60-100	4,5	0,0	4,0	0,00	0,015	0,5	7,1	-
							3				
N			0-10	4,3	0,3	13,7	0,01	0,108	1,3	9,7	2,8
							1				
			10-20	4,3	0,3	12,7	0,00	0,072	1,3	9,8	3,1
							7				
	75	E2	20-40	4,3	0,1	9,3	0,00	0,047	1,2	9,0	-
							3				
			40-60	4,3	0,0	7,3	0,01	0,027	0,9	8,2	-
							5				
			60-100	4,3	0,0	4,0	0,00	0,013	0,5	7,5	-
							2				

Quadro 32, Cont.

Nutriente	Dose	Época	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO
-----------	------	-------	-------	----	---	---	----	----	----	------	----

	(kg ha ⁻¹)	(mese s)	(cm)	(H ₂ O)	-- mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	(dag kg ⁻¹)		
N	75	p	0-10	4,5	0,1	17,3	0,05	0,242	1,3	10,2	3,1	
			8	10-20	4,3	0,0	13,7	0,00	0,118	1,3	10,1	3,1
			6	20-40	4,3	0,0	8,7	0,00	0,050	1,1	8,8	-
			1	40-60	4,4	0,0	6,7	0,00	0,025	0,8	7,7	-
			4	60-100	4,4	0,0	4,7	0,00	0,017	0,4	6,0	-
	1	0-10	4,4	0,3	15,7	0,04	0,154	1,3	9,6	2,5		
	0	10-20	4,3	0,0	14,0	0,00	0,055	1,3	9,4	2,6		
	0	20-40	4,3	0,0	9,7	0,00	0,032	1,2	8,9	-		
	7	40-60	4,3	0,0	6,0	0,00	0,015	0,9	7,6	-		
	0	60-100	4,5	0,0	5,3	0,00	0,012	0,4	6,4	-		
	3	0-10	4,4	0,1	15,7	0,14	0,246	1,2	9,6	2,6		
	6	10-20	4,5	0,0	13,3	0,02	0,154	1,2	9,4	2,5		
	9	20-40	4,4	0,0	9,7	0,00	0,048	1,0	8,5	-		
	1	40-60	4,4	0,0	5,3	0,00	0,016	0,7	8,1	-		
	0	60-100	4,5	0,0	5	0,00	0,013	0,4	6,7	-		
	0	0-10	4,4	0,9	16,0	0,00	0,069	1,3	10,3	2,5		
	0	10-20	4,4	0,1	12,7	0,00	0,053	1,2	9,5	2,6		
	0	20-40	4,5	0,0	9,3	0,00	0,023	0,9	8,8	-		
	0	40-60	4,4	0,0	6,7	0,00	0,012	0,6	7,8	-		
	0	60-100	4,5	0,0	4,7	0,00	0,006	0,4	6,8	-		
0	N + K ₂ O 75+150	E1	0-10	4,4	0,1	14,3	0,02	0,093	1,4	10,2	2,5	
						1						

		10-20	4,4	0,5	15,7	0,00	0,065	1,3	9,5	2,4
					4					
		20-40	4,5	0,1	9,3	0,01	0,033	1,0	9,0	-
					0					
		40-60	4,4	0,2	7,7	0,00	0,020	0,8	8,0	-
					6					
		60-100	4,5	0,0	5,0	0,00	0,012	0,4	6,5	-
					7					
		0-10	4,4	0,2	17,7	0,19	0,412	1,2	9,6	2,6
					6					
		10-20	4,3	0,0	15,0	0,01	0,119	1,2	9,2	2,5
					6					
75+150	E2	20-40	4,3	0,4	10,7	0,00	0,056	1,1	9,2	-
					7					
		40-60	4,4	0,0	6,3	0,00	0,022	0,8	7,8	-
					4					
		60-100	4,4	0,0	4,0	0,00	0,010	0,4	6,9	-
					1					
		0-10	4,4	0,3	17,3	0,01	0,098	1,4	10,2	2,6
					0					
		10-20	4,2	0,1	14,7	0,00	0,053	1,4	9,2	2,6
					4					
75+150	p	20-40	4,4	0,4	11,0	0,00	0,036	1,0	9,2	-
					7					
		40-60	4,5	0,0	8,3	0,00	0,019	0,9	8,3	-
					3					
		60-100	4,4	0,0	5,7	0,00	0,012	0,4	6,7	-
					0					
		0-10	4,4	0,4	25,3	0,01	0,132	1,4	9,2	2,6
					3					
		10-20	4,4	0,2	20,3	0,00	0,085	1,2	9,6	2,6
					0					
300+60	P	20-40	4,4	0,0	12,0	0,00	0,041	1,1	8,9	-
0					3					
		40-60	4,4	0,0	10,7	0,00	0,034	0,8	9,0	-
					4					
		60-100	4,5	0,0	6,0	0,00	0,016	0,4	6,1	-
					0					

P e K = extrator Mehlich-1; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} = extrator KCL 1 mol L⁻¹; H + Al - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; pH em H₂O = relação solo:água 1: 2,5; CO = carbono orgânico; E1 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 30 meses após o plantio; E2 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 42 meses após o plantio; e p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio.

Quadro 33 - Características químicas do solo sob floresta de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e K, em Santa Bárbara-MG

Nutrient e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO
					mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	(dag kg ⁻¹)
-	0	0	0-10	4,2	0,5	22,7	0,018	0,043	1,2	6,2	2,6
			10-20	4,1	0,3	18,0	0,007	0,031	1,2	6,2	2,5
			20-40	4,1	0,1	12,3	0,004	0,021	1,0	5,7	-
			40-60	4,2	0,0	7,3	0,005	0,013	0,7	4,7	-
			60-100	4,3	0,0	6,3	0,002	0,009	0,5	3,9	-
K ₂ O	75	E1	0-10	4,2	0,5	24,7	0,026	0,037	1,4	7,6	2,5
			10-20	4,2	0,2	18,0	0,008	0,027	1,1	6,8	2,4
			20-40	4,2	0,0	14,0	0,004	0,019	1,0	5,8	-
			40-60	4,2	0,0	10,0	0,003	0,013	0,6	5,0	-
			60-100	4,3	0,0	6,7	0,003	0,007	0,4	4,0	-
	150	E1	0-10	4,1	0,6	23,0	0,013	0,047	1,4	6,7	2,1
			10-20	4,1	0,3	24,0	0,004	0,033	1,2	5,7	2,2
			20-40	4,1	0,1	11,7	0,005	0,026	1,1	5,4	-
			40-60	4,2	0,0	7,7	0,002	0,017	0,8	4,0	-
			60-100	4,5	0,0	5,7	0,000	0,015	0,4	3,2	-
N	75	E1	0-10	4,1	0,9	21,3	0,000	0,039	1,3	6,0	2,3

				10-20	4,2	0,4	16,3	0,00	0,031	1,1	6,0	2,2	
								0					
				20-40	4,2	0,1	10,3	0,00	0,020	1,1	4,7	-	
								0					
				40-60	4,3	0,0	7,3	0,00	0,013	0,7	4,0	-	
								0					
				60-100	4,3	0,0	4,7	0,00	0,007	0,4	3,1	-	
								0					
				0-10	4,2	0,8	23,7	0,00	0,045	1,3	6,7	2,2	
								7					
				10-20	4,2	0,3	18,0	0,00	0,039	1,2	5,8	2,3	
								5					
		75	p	20-40	4,2	0,0	10,7	0,00	0,025	1,1	4,6	-	
								2					
				40-60	4,3	0,0	7,3	0,00	0,016	0,7	4,1	-	
								1					
				60-100	4,5	0,0	5,3	0,00	0,013	0,5	3,4	-	
								0					
				0-10	4,2	1,0	26,3	0,02	0,046	1,3	6,8	2,7	
								3					
				10-20	4,2	0,6	18,3	0,01	0,036	1,2	5,5	2,5	
								8					
		K ₂ O +N	75+75	E1	20-40	4,2	0,2	14,0	0,01	0,022	1,1	4,9	-
								4					
				40-60	4,2	0,1	10,7	0,01	0,016	0,9	4,4	-	
								1					
				60-100	4,2	0,0	5,0	0,00	0,010	0,6	4,0	-	
								7					

P e K = extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺e Al³⁺ = extrator KCL 1 mol L⁻¹; H + Al = extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; pH em H₂O = relação solo:água 1: 2,5; CO = carbono orgânico; E1 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 12 meses após o plantio; E2 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 24 meses após o plantio; e p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio.

nutrientes foram menores do que os da testemunha. É possível que, com a adubação, as raízes das árvores tenham explorado maior volume de solo, absorvendo maiores quantidades desses nutrientes. Em Itararé e Santa Bárbara, os valores de CUB para P, Ca e Mg são superiores aos relatados por TEIXEIRA et al. (1989), MOLICA (1992) e SANTANA (1994).

O CUB do P em Itararé e Santa Bárbara foi bem superior ao observado em Alambari, fato explicado pela textura arenosa do solo desta região, que apresenta menor fator capacidade e menor retenção de umidade, e também pelo elevado teor de P encontrado nos horizontes superficiais no final do ciclo. O somatório desses fatores propiciou maior disponibilidade de P para as plantas e, conseqüentemente, menor valor de CUB para este nutriente.

Os valores de CUB para o Ca em Santa Bárbara são bem elevados, sendo bem maiores do que o CUB crítico. Conforme já discutido, a análise de solo e a menor porcentagem de Ca na casca indicam que este nutriente pode estar limitando a produtividade em Santa Bárbara, uma vez que seu teor no solo é muito baixo (Quadro 33).

3.5. Características químicas

A aplicação de N e, ou, K não propiciou grandes diferenças no teor de K nos solos, em nenhum dos três locais estudados (Quadros 31 a 33). A análise de solos na época de avaliação do experimento mostra que houve apenas pequenas diferenças de local para local. Em Alambari, na camada de 0-20 cm, o teor de K nas parcelas adubadas foi, em média, ligeiramente superior ($18,8 \text{ mg dm}^{-3}$) ao das não-adubadas ($13,3 \text{ mg dm}^{-3}$). Portanto, o teor de K do solo dos três locais, em qualquer profundidade, foi bastante baixo, aquém dos valores considerados críticos por NOVAIS et al. (1986) para produtividades de eucalipto em torno de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Ressalta-se o fato de as amostras de solo terem sido coletadas ao final do experimento, quando quantidades significativas de K já estavam imobilizadas na biomassa. Considerando a quantidade de K

acumulada na biomassa das árvores da parcela-testemunha (95 kg ha^{-1}), distribuída na camada de 0-40 cm, onde se concentra a maior porção de raízes de eucalipto (REIS e BARROS, 1990; SANTANA et al., 1995; GONÇALVES et al., 1997), verificou-se que o teor de K variava de 36 a 40 mg dm^{-3} nos três locais, o que permitiria obter produtividades de $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (NOVAIS et al., 1986). Os maiores teores de nutrientes no solo, no final da rotação, encontram-se nas camadas superficiais (0-20 cm), fato que é frequentemente observado sob povoamentos florestais, em decorrência da ciclagem biogeoquímica. Os teores elevados de P encontrados na camada superficial do solo em Alambari são decorrentes da aplicação de FAPS na época de plantio. Parte do P desse fertilizante encontra-se em forma menos solúvel e é detectada quando o extrator Mehlich-1 é utilizado (NOVAIS e SMITH, 1999).

Em Santa Bárbara, que à semelhança de Itararé possui solo mais argiloso os teores de P foram muito baixos. Nesses locais, os teores de P encontrados na ocasião de avaliação do experimento foram bem abaixo do nível crítico de manutenção para as produtividades conseguidas nestes dois locais, que, segundo BARROS et al. (1997), seria de $4,3 \text{ mg de P dm}^{-3}$.

As análises dos solos para os três ensaios revelaram que os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} são extremamente baixos (Quadros 31 a 33), sendo a situação mais crítica no solo de Santa Bárbara (Quadro 33). Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na camada de 0-20 cm, nos três locais, são bem inferiores aos sugeridos por BARROS et al. (1990) como críticos de implantação. Mais uma vez, ressalta-se o fato de que quantidades consideráveis dos nutrientes estavam imobilizadas na biomassa. Usando a mesma aproximação feita para o K, os teores de Ca^{2+} na camada de 0-40 cm de solo seriam de 0,24, 0,33 e $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente. Esses teores não permitiriam produtividades superiores a $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (NOVAIS et al., 1986). Considerando a situação atual, a condução da floresta por mais um ciclo de crescimento requer a adição desses nutrientes, para que sejam alcançadas produtividades pelo menos iguais à obtida neste ensaio.

Nos experimentos de Itararé e Santa Bárbara, o teor de carbono orgânico

na camada de 0-20 cm foi bem superior ao observado em Alambari (Quadros 31 a 33). Tal fato decorre do maior teor de argila do solo de Itararé, o que permite a manutenção de maior teor de matéria orgânica no solo (MENDONÇA e LOURES, 1995).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de N e, ou, K, em duas épocas após o plantio, sobre o crescimento, a alocação de biomassa e o conteúdo de nutrientes em *E. grandis*.

Para realização do estudo, foram conduzidos três ensaios, em áreas da Companhia Suzano, nos municípios de Alambari e Itararé-SP, e em áreas da Celulose Nipo-Brasileira - CENIBRA S.A., em Santa Bárbara-MG.

Os dados referentes à biomassa e aos nutrientes, para os componentes da biomassa em povoamentos de *E. grandis*, foram obtidos aos 94, 98 e 84 meses de idade, nos ensaios de Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente. Para o estudo, foi abatida uma árvore de dimensões médias em cada parcela, separando-se os componentes folha, galho, casca e lenho, que foram pesados e secos em estufa a 72 °C, para determinação do peso de matéria seca. Em seguida, procedeu-se à quantificação dos teores e conteúdos de nutrientes nesses componentes. Para determinação dos nutrientes do solo, coletaram-se amostras compostas por parcela, os quais foram estratificados por camadas até 100 cm de profundidade.

Os resultados obtidos não revelaram efeitos significativos, nos níveis de significância adotados, das doses, do parcelamento ou da época de aplicação da adubação nitrogenada e, ou, potássica sobre o volume do tronco e a produção de biomassa, em Alambari e Itararé. Apesar disso, observaram-se acréscimos de até 29 %, em Alambari, e 14 % em Itararé. Em Santa Bárbara, a adição de K propiciou ganhos significativos na produção volumétrica ($p < 0,1$), não havendo, entretanto, diferenças entre as doses de 75 e 150 kg de K_2O por ha.

O conteúdo de K no tronco foi significativamente influenciado pela adição deste nutriente. No entanto, este maior conteúdo não resultou em ganhos significativos de produção de biomassa pelas plantas de eucalipto.

Os resultados evidenciam que os teores iniciais K no solo, em Alambari e Itararé, foram suficientes para atender à demanda do eucalipto, não permitindo obter respostas significativas de produção em resposta à adubação potássica. Contudo, os teores no solo ao final do experimento foram baixos e insuficientes para a manutenção da produtividade no próximo ciclo.

A adição de N não influenciou o conteúdo deste nutriente na biomassa de *E. grandis*, em nenhum dos três locais estudados. Os resultados deste trabalho indicam que a disponibilidade natural de N nos três locais foi suficiente para a demanda das plantas.

Os elevados valores dos CUB para o Ca, superiores ao crítico, e os baixos teores de Ca^{2+} na biomassa e nos solos indicam que este nutriente teria limitado as respostas ao K, em Santa Bárbara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, G. Influência de características químicas e físicas de cinco diferentes solos na zona metalúrgica mineira na produtividade de eucalipto. **Viçosa, MG: UFV, 2000. 98p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.**

ASSOCIATIONS OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC.
Official methods of analysis of the Associations of Official Analytical Chemists. **12.ed. Washington, D.C.: 1975. 1024p.**

BARROS, N.F., NEVES, J.C.L., NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: **GONÇALVES, J.L.M., BENEDETTI, V. Nutrição e Fertilização Florestal.** Piracicaba, SP: IPEF, 2000. 269-286.

BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: **ATTWILL, P.M., ADAMS, M.A (Eds). Nutrition of Eucalyptus.** Collingwood, CSIRO Publishing, 1996. p.335-356.

BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., TEIXEIRA, J.L., FERNANDES FILHO, E.I. NUTRICALC 2.0 - Sistema para cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, v.16, n.1, p.129-131, 1995.

- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **R. Árvore**, v.10, n.1, p.112-120, 1986.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio do eucalipto. In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds). **Relação Solo-Eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p127-186.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. Nutrição e adubação de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.186, p. 70-75. 1997.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.L.C., LEAL, P.G.L. Fertilizing eucalypt plantations on the Brazilians savannah soils. **South African Forestry Journal**, v.160, p.7-12. 1992.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. Rev. Ceres, v.6, n.1, p.73-85, 1974.**
- DEFELIPO, B.V., RIBEIRO, A.C. Análise química do solo. Metodologia. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1981. 17p. (Boletim de Extensão).
- FARIA, G.E. **Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 49p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- FORD, E.D. The dynamics of plantation growth. In: NAMBIAR, E.K.S.; BOWEN, G.D. (Eds). Nutrition of plantation forests. London, Academic Press, 1984. p.17-52.**
- GALO, M.V. **Resposta do eucalipto à aplicação de potássio em solo de cerrado**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 40p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- GAMA- RODRIGUES, E.F. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto**. Seropédica, RJ: UFRJ, 1997, 108p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.

- GATTO A.** Manejo e do solo em áreas de reforma de florestas eucalipto e seus reflexos na produtividade. **Viçosa, MG: UFV, 2000. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.**
- GAVA, J.L.** Efeito da adubação potássica em plantios de *E. grandis* conduzidos em segunda rotação em solos com diferentes teores de potássio trocável. *Série Técnica – IPEF, v.11, n.30, p.89-94, 1997.*
- GODINHO, V. P.C., BARROS, N.F., PEREIRA, P.R.G., CANTARUTTI, R.B.,** Crescimento e recuperação de N e K por *Eucalyptus camaldulensis*, cultivado em solo arenoso de cerrado, em resposta ao modo de aplicação de adubo nitrogenado e potássico. In: IUFRO, v. 3, Salvador, 1997. p.98-105.
- GONÇALVES, J.L.M.** Recomendação de adubação para *Eucalyptus, pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Piracicaba: IPEF, 1995. 23p. (Documentos florestais, 15)**
- GONÇALVES, J.L.M, BARROS, N.F., NAMBIAR, E.K.S., NOVAIS, R.F.** Soil management for short - rotation plantations. In: **NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A (Eds).** Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests. **Camberra, ACIAR, 1997. p. 379-417.**
- GUERRINI, I.A.** Recuperação do nitrogênio do sulfato de amônio (¹⁵N) pelo *Eucalyptus grandis* (Hill, Ex. Maiden), em função do modo de aplicação e do tipo de solo. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990, 195p Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990.
- LADEIRA, B.C.** Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp., sob três espaçamentos, em uma seqüência de idades. **Viçosa, MG: UFV, 1999. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, 1999.**

- LEITE, F.P.** Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Viçosa, MG: UFV, 1996. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.**
- LEITE, F. P.** Relações nutricionais e alterações edáficas de solos da região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, pelo cultivo do eucalipto. **Viçosa, MG: UFV, 2000. 66p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.**
- MALAVOLTA, E. **Abc da análise de solos e folhas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 142p.
- MENDONÇA, E.S., LOURES, E.G. **Matéria orgânica do solo -.** Brasília: ABEAS, 1995. 45p. (Modulo V)
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** Berne: International Potash Institute, 1978. 593p.
- MIRANDA, G.M.; BARROS, N.F.; LEITE, H.G.; COUTO, L, FILHO; M.N. Produtividade de povoamentos de eucalipto em regime de talhadia, em função da adubação parcelada, no vale do Jequitinhonha-MG. **R. Árvore**, v.22, n.1, p.51-59, 1998.
- MOLICA, S.G.** Produção de massa seca e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de eucalipto, em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. **Viçosa, MG: UFV, 1992. 84p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.**
- NOVAIS, R.F., BARROS, N.F., NEVES, J.C.L, COUTO, C.** Interpretação de análises química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus spp.*: níveis críticos de implantação e manutenção. **R. Árvore**, v.10, n.1, p.105-111, 1986.

- NOVAIS, R.F., BARROS, N.F., NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto
In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds). **Relação Solo-Eucalipto**, Viçosa,
MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- NOVAIS, R.F., SMITH, T.J. **Fósforo em Solo e Planta em Condições
Tropicais**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. DPS, 1999. 399p.
- PEREIRA, R.A.** Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos
jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, em região de cerrado.
**Viçosa, MG: UFV, 1990. 167p. Dissertação (Mestrado em Solos e
Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1990.**
- RAIJ, B. van. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**.
Piracicaba: POTAFOS, 1990. 45p.
- REIS, M.G.F., BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto.
In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa,
MG: Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.
- SANTANA, R.C.** Crescimento e eficiência nutricional de procedências de
Eucalyptus grandis e *Eucalyptus saligna* em sítios do estado de São Paulo.
**Viçosa, MG: UFV, 1994. 73p. Dissertação (Mestrado em Solos e
Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.**
- SANTANA, R.C., CHAVES, R., NOVAIS, R.F., BARROS, N.F.** Modo de
aplicação da adubação de manutenção em povoamentos de *Eucalyptus
grandis*, em áreas da DURATEX S.A., no município de Lençóis
Paulistas -SP. In: **XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA
DO SOLO, 25, Viçosa. Resumos... Viçosa: UFV, 1995. v.2, p.869-870.**
- SCHENEIDER, P.R.** Introdução ao manejo florestal. Santa Maria: UFSM,
1993. 348p.
- STAPE, J.L., BENEDETTI, V. Decréscimo de produtividade e respostas da
brotação do *Eucalyptus grandis* à fertilização com macronutrientes em Areia
Quartzosa no estado de São Paulo-Brasil. In: IUFRO, v. 3, Salvador, 1997.
p.112-117.

SOUZA, D.M.G., RITCHEY, K.D., LOBATO, E., GOEDERT, W.J. Potássio em solo de cerrado, II - Balanço no solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.3, p.31-39, 1979.

TEDESCO, J.M., WOLKEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1985. 188p. (Boletim técnico, 5)

TEIXEIRA, J.L., BARROS, N.F., COSTA, L.M., CAMPOS, J.C.C., LEAL, P.G.L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de duas espécies de eucalipto em diferentes ambientes do Médio Rio Doce, MG. R. Árvore, v.13, n.1, p.34-50, 1989.

VALERI, S.V., ALVARENGA, S.F., MARTINS, M.I.E.G., BANZATO, D.A. Ganhos econômicos com aplicações de nitrogênio, potássio e calcário dolomítico em povoamento de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. In: IUFRO, v.4, Salvador, 1997. p.138-141.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A - Análise de variância para os contrastes testados do teor de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM				
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Serapilheira
Nitrogênio						
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0011ns	0,0042#	0,0004#	0,0006ns	0,0060ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0077ns	0,0021ns	0,0001ns	0,0063*	0,0385*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0056ns	0,0000ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0178#
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0056ns	0,0011ns	0,0000ns	0,0011ns	0,0039ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0879ns	0,0004ns	0,0000ns	0,0004ns	0,0032ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0073ns	0,0006ns	0,0002ns	0,0034ns	0,0025ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0070ns	0,0045*	0,0006*	0,0039#	0,0003ns

T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0471ns	0,0009n	0,0003n	0,0021ns	0,0000ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0670ns	0,0006n	0,0000n	0,0109*	0,0084ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0105ns	0,0000n	0,0000n	0,0001ns	0,0085ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0052ns	0,0013n	0,0001n	0,0026ns	0,0019ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	0,0228ns	0,0001n	0,0000n	0,0003ns	0,0013ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0101ns	0,0063*	0,0000n	0,0020ns	0,0002ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0736ns	0,0002n	0,0004#	0,0002ns	0,0000ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0569ns	0,0033#	0,0002n	0,0019ns	0,0006ns
Resíduo	34	0,0387	0,0011	0,0001	0,0013	0,0059
CV (%)		10,3	9,3	8,1	8,7	12,9

Potássio

T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0816*	0,0241*	0,0006*	0,0778*	0,0004#
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0086ns	0,0078*	0,0013*	0,0361#	0,0000n
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0002n	0,0013ns	0,0000n	0,0003n	0,0000n
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0113ns	0,0056*	0,0000n	0,0016n	0,0001n
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0000n	0,0003	0,0000n	0,0007n	0,0000n
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0006n	0,0003ns	0,0000n	0,0054n	0,0000n
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0142n	0,0013ns	0,0004#	0,0132n	0,0000n
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0016n	0,0014ns	0,0001n	0,0297#	0,0001n
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0253#	0,0000ns	0,0001n	0,0001n	0,0000n
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0085ns	0,0026ns	0,0001n	0,0007n	0,0001n
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0338*	0,0018ns	0,0001n	0,0258n	0,0001n
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	0,0135ns	0,0132*	0,0005*	0,0233n	0,0004n
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0127ns	0,0027ns	0,0001n	0,0520*	0,0015*

T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0002ns	0,0004ns	0,0003#	0,0003ns	0,0000ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0071ns	0,0029ns	0,0003#	0,0310#	0,0012*
Resíduo	34	0,0071	0,0013	0,0001	0,0097	0,0001
CV (%)		12,9	17,4	20,2	22,2	19,3

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 2A - Análise de variância para os contrastes testados dos teores de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM				
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Serapilheira
Nitrogênio						
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0004ns	0,0002ns	0,0000ns	0,0007ns	0,0010ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0805*	0,0025#	0,0001ns	0,0004ns	0,0508*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0050ns	0,0017ns	0,0000ns	0,0045*	0,0017ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0017ns	0,0001ns	0,0006*	0,0000ns	0,0034ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0044ns	0,0001ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0017ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0062ns	0,0000ns	0,0030*	0,0000ns	0,0026ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0070ns	0,0004ns	0,0009*	0,0084*	0,0105ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0201ns	0,0009ns	0,0003*	0,0004ns	0,0066ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0014ns	0,0003ns	0,0000ns	0,0039*	0,0109ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0680#	0,0002ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0011ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0118ns	0,0002ns	0,0001ns	0,0102*	0,0276*
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	0,0214ns	0,0013ns	0,0035*	0,0012ns	0,0013ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0737*	0,0001ns	0,0000ns	0,0011ns	0,0035ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0167ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0009ns	0,0178*
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0878*	0,0001ns	0,0000ns	0,0019ns	0,0008ns
Resíduo	34	0,0166	0,0007	0,0001	0,0008	0,0044
CV (%)		8,2	9,7	6,3	8,0	10,3
Potássio						

T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0714*	0,0071*	0,0003ns	0,2049*	0,0003#
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0132ns	0,0082*	0,0000ns	0,0213ns	0,0004*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0000ns	0,0016ns	0,0000ns	0,0825#	0,0000ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0000ns	0,0020ns	0,0004#	0,0378ns	0,0002ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0035ns	0,0004ns	0,0001ns	0,0401ns	0,0001ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0174ns	0,0003ns	0,0000ns	0,0011ns	0,0001ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0005ns	0,0028ns	0,0001ns	0,0413ns	0,0000ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0033ns	0,0031ns	0,0000ns	0,0007ns	0,0003#
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0086ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0010ns	0,0003#
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0057ns	0,0009ns	0,0000ns	0,0050ns	0,0002ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0001ns	0,0000ns	0,0000ns	0,0132ns	0,0000ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	0,1036*	0,0032ns	0,0001ns	0,0830#	0,0002ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0254#	0,0005ns	0,0003ns	0,0579ns	0,0000ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0044ns	0,0011ns	0,0002ns	0,0825#	0,0001ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0284#	0,0015ns	0,0005*	0,0009ns	0,0000ns
Resíduo	34	0,0072	0,0011	0,0001	0,0267	0,0001
CV (%)		13,7	17,4	23,1	31,5	17,8

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 3A - Análise de variância para os contrastes testados dos teores de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

FV	GL	QM				
		Folha	Galho	Casca	Lenho	Serapilheira
Nitrogênio						
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	0,0025ns	0,0014ns	0,0014ns	0,0006*	0,0000ns
T ₁ vs T ₂	1	0,0134#	0,0088ns	0,0001ns	0,0002ns	0,0063ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	0,0077ns	0,0011#	0,0011ns	0,0001ns	0,0002ns

T ₃ vs T ₄	1	0,0715ns	0,0052ns	0,0002ns	0,0000ns	0,0001ns
T ₀ vs T ₅	1	0,0005ns	0,0033ns	0,0005ns	0,0002ns	0,0033ns
Resíduo	12	0,0199	0,0022	0,0005	0,0001	0,0080
CV (%)		8,5	10,8	6,8	8,5	13,1
Potássio						
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	0,0267ns	0,0000ns	0,0050ns	0,0000ns	0,0000ns
T ₁ vs T ₂	1	0,0047ns	0,0009ns	0,0021ns	0,0004ns	0,0000ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	0,0038ns	0,0063ns	0,0226ns	0,0000ns	0,0000ns
T ₃ vs T ₄	1	0,1584*	0,0234*	0,0059ns	0,0000ns	0,0000ns
T ₀ vs T ₅	1	0,0115ns	0,0004ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0000ns
Resíduo	12	0,0181	0,0052	0,0107	0,0002	0,0001
CV (%)		17,5	21,8	21,8	2,8	21,2

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 4A - Análise de variância para os contrastes testados do conteúdo de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM						
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Manta	Total

Nitrogênio								
T ₁ vs T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ ,T ₆ e T ₇	1	6,69ns	17,69ns	4522,71ns	17,19ns	5097,56ns	242,59ns	3299,52ns
T ₂ ,T ₃ e T ₄ vs T ₅ ,T ₆ e T ₇	1	91,41ns	76,20ns	335,00ns	90,87ns	76,92ns	12126,36*	10103,75ns
T ₂ e T ₃ vs T ₄	1	14,52ns	334,46*	18,77ns	2,61ns	35,39ns	5113,59*	7684,05ns
T ₅ e T ₆ vs T ₇	1	58,03ns	1,41ns	649,39ns	13,77ns	474,04ns	0,82ns	208,46ns
T ₂ e T ₅ vs T ₃ e T ₆	1	54,45ns	6,86ns	883,30ns	3,27ns	779,05ns	94,67ns	2269,53ns
T ₁ vs T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ ,T ₁₂ e T ₁₃	1	19,28ns	9,04ns	52,53ns	25,18ns	150,44ns	941,99ns	392,45ns
T ₈ ,T ₉ e T ₁₀ vs T ₁₁ ,T ₁₂ e T ₁₃	1	181,86ns	14,74ns	127,14ns	218,23ns	12,23ns	19,78ns	268,14ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₀	1	2,18ns	1,32ns	363,39ns	368,40*	0,02ns	1097,86ns	938,80ns
T ₁₁ e T ₁₂ vs T ₁₃	1	0,16ns	3,20ns	7,76ns	67,72ns	121,35ns	126,20ns	1,38ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₁ e T ₁₂	1	1832,27*	100,20#	3645,89ns	10,99ns	4057,15ns	3761,80#	31628,61*
T ₁₀ vs T ₁₃	1	78,64ns	3,41ns	8,34ns	53,35ns	19,51ns	231,40ns	79,46ns
T ₁ vs T ₁₄ ,T ₁₅ ,T ₁₆ e T ₁₇	1	2,27ns	21,68ns	405,24ns	118,22ns	961,21ns	16,01ns	1694,74ns
T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆ vs T ₁₇	1	500,94ns	31,97ns	0,96ns	179,94ns	207,24ns	652,19ns	4619,90ns
T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	1,77ns	45,77ns	3190,05ns	0,03ns	3208,78ns	963,08ns	963,86ns
T ₁₆ vs T ₁₇	1	362,66ns	0,50ns	1011,72ns	117,87ns	438,93ns	1503,03ns	1411,71ns
Resíduo	34	360,90	28,29	1632,14	82,87	2247,33	1220,97	5622,90
CV (%)		31,1	29,4	23,3	18,6	21,3	22,3	16,4
Potássio								
T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	88,10ns	132,31*	2046,90*	1580,89*	7225,53*	39,16ns	12577,61*
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	67,88ns	0,39ns	2792,00*	428,71ns	5408,82*	66,52ns	5513,99*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,00ns	95,91*	2,67ns	0,49ns	5,46ns	129,75*	555,25ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	5,56ns	4,06ns	169,74ns	56,62ns	30,29ns	23,63ns	35,92ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	56,94ns	0,18ns	134,64ns	31,58ns	35,80ns	0,83ns	221,12ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	9,04ns	1,60ns	45,62ns	90,56ns	264,74ns	1,95ns	376,72ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	72,51ns	4,85ns	768,51ns	278,52ns	1972,33#	0,55ns	3121,38#
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	18,41ns	7,45ns	31,72ns	69,29ns	194,78ns	0,94ns	400,22ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	5,30ns	2,56ns	189,41ns	4,20ns	137,18ns	0,00ns	122,66ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	135,62#	2,89ns	648,08ns	20,97ns	902,18ns	31,12ns	2397,16ns
T ₉ vs T ₁₂	1	76,09ns	3,70ns	127,94ns	244,14ns	725,57ns	0,03ns	1399,67ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	45,74ns	58,57*	1181,75#	705,75*	3714,00*	39,33ns	6534,58*
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	13,20ns	8,50ns	146,20ns	322,83ns	903,52ns	73,08ns	1435,62ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	22,88ns	14,46ns	1216,30#	3,37ns	1091,66ns	1,88ns	1620,55ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,04ns	20,94ns	900,47ns	185,25ns	1902,57ns	38,30ns	2935,32ns
Resíduo	34	43,87	11,23	323,59	177,16	688,21	28,13	1065,86
CV (%)		31,5	31,9	26,8	25,4	22,0	35,0	19,6

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 5A - Análise de variância para os contrastes testados do conteúdo de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM
----	----	----

		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Manta	Total
Nitrogênio								
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	6,95ns	1,88ns	64,46ns	155,98ns	420,98ns	78,17ns	642,64ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	1417,67*	1,37ns	2326,13ns	107,19ns	3431,98ns	862,63ns	4629,02ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	66,05ns	52,27ns	580,86ns	140,99ns	1294,19ns	177,42ns	4179,89ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	135,79ns	1,71ns	256,47ns	43,58ns	88,61ns	62,85ns	48,91ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	3,56ns	0,03ns	805,75ns	16,18ns	1050,26ns	220,70ns	2432,83ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	60,80ns	35,30ns	2245,25ns	323,58*	864,11ns	1760,88#	1,37ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	61,94ns	27,98ns	3855,48*	282,12*	6223,48*	258,16ns	8533,28#
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	237,42ns	1,78ns	3422,00#	1,03ns	3541,62#	628,59ns	2619,67ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	107,02ns	1,94ns	1034,70ns	126,66ns	1885,40ns	392,54ns	5620,86ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	65,17ns	0,48ns	29,68ns	8,63ns	6,30ns	15,75ns	104,55ns
T ₉ vs T ₁₂	1	55,76ns	9,54ns	426,30ns	243,67*	1314,56ns	1238,37ns	4498,14ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	94,25ns	17,07ns	2586,08#	41,30ns	1973,76ns	2856,99*	23,20ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	73,17ns	0,09ns	43,60ns	22,25ns	128,13ns	209,46ns	144,24ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	5,57ns	7,84ns	790,74ns	4,71ns	673,43ns	1121,06ns	50,30ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	31,60ns	3,47ns	117,59ns	26,05ns	32,95ns	56,46ns	32,62ns
Resíduo	34	327,60	33,53	838,92	56,68	1220,93	607,21	2803,73
CV (%)		30,4	26,8	17,0	16,9	16,7	19,7	12,6
Potássio								
T ₁ vs T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ e T ₇	1	72,95ns	48,40#	737,35ns	4440,90*	8797,36*	17,13*	12866,63*
T ₂ , T ₃ e T ₄ vs T ₅ , T ₆ e T ₇	1	43,74ns	14,00ns	195,69ns	14,84ns	102,75ns	6,96ns	107,53ns
T ₂ e T ₃ vs T ₄	1	0,72ns	27,90ns	41,32ns	1230,49ns	820,82ns	2,35ns	440,38ns
T ₅ e T ₆ vs T ₇	1	24,11ns	3,44ns	424,07ns	199,11ns	1204,34ns	4,42ns	1138,93ns
T ₂ e T ₅ vs T ₃ e T ₆	1	9,73ns	5,85ns	89,83ns	289,93ns	702,53ns	0,75ns	476,74ns
T ₁ vs T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂ e T ₁₃	1	12,21ns	2,69ns	1,10ns	439,77ns	484,92ns	20,34*	805,64ns
T ₈ , T ₉ e T ₁₀ vs T ₁₁ , T ₁₂ e T ₁₃	1	4,57ns	65,27*	321,46ns	1180,98ns	2734,73ns	0,82ns	3497,49ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₀	1	20,99ns	30,26ns	114,97ns	0,57ns	99,34ns	10,80ns	544,54ns
T ₁₁ e T ₁₂ vs T ₁₃	1	52,53ns	0,00ns	4,90ns	24,75ns	51,68ns	11,19ns	316,39ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₁ e T ₁₂	1	3,25ns	0,14ns	102,90ns	73,32ns	2,50ns	17,36*	16,13ns
T ₁₀ vs T ₁₃	1	0,09ns	2,23ns	29,58ns	535,90ns	817,29ns	0,31ns	957,34ns
T ₁ vs T ₁₄ , T ₁₅ , T ₁₆ e T ₁₇	1	120,10ns	10,16ns	901,66ns	2327,89*	6127,11*	37,53*	9712,02*
T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆ vs T ₁₇	1	51,98ns	17,10ns	1071,37ns	1182,78ns	4505,55#	0,00ns	4919,59#
T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	55,57ns	7,67ns	231,54ns	1295,60ns	431,73ns	6,74ns	182,15ns
T ₁₆ vs T ₁₇	1	103,85ns	24,75ns	1261,01ns	53,28ns	1832,68ns	2,11ns	2447,95ns
Resíduo	34	61,45	15,42	456,65	502,81	1216,40	4,02	1395,19
CV (%)		33,6	26,2	32,7	33,7	26,4	19,4	20,7

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 6A - Análise de variância para os contrastes testados do conteúdo de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

FV	GL	Quadrado Médio
----	----	----------------

		Folha	Galho	Casca	Lenho	Tronco	Manta	Total
Nitrogênio								
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	13,81ns	0,80ns	9,63ns	1573,61**	1829,43*	28,68ns	2595,78#
T ₁ vs T ₂	1	115,18ns	1,58ns	20,87ns	241,65ns	120,50	577,45	2208,71
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	2,54ns	18,41ns	0,73ns	1,18ns	0,05ns	245,67	454,69ns
T ₃ vs T ₄	1	1,60ns	0,05ns	2,67ns	28,84ns	13,96ns	41,38ns	83,16ns
T ₀ vs T ₅	1	0,13ns	11,16ns	8,95ns	474,19#	613,46	1447,29#	3579,44*
Resíduo	12	94,80	10,82	34,24	139,86	236,12	401,53	712,58
CV (%)		25,1	17,5	18,6	11,9	11,7	12,7	7,7
Potássio								
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	23,50ns	1,60ns	297,19ns	82,08ns	691,65ns	0,02ns	1040,50
T ₁ vs T ₂	1	8,27ns	1,16ns	3,59ns	271,72ns	212,84ns	4,25ns	340,42ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	7,58ns	25,76#	113,32ns	1,48ns	140,66ns	0,94ns	426,68ns
T ₃ vs T ₄	1	24,02ns	53,48*	132,49ns	0,32ns	145,88ns	0,01ns	585,48ns
T ₀ vs T ₅	1	6,38ns	2,25ns	53,40ns	106,37ns	310,51ns	5,47ns	440,37ns
Resíduo	12	12,96	7,21	132,08	184,15	495,45	6,72	794,87
CV (%)		20,4	18,5	26,1	30,9	25,3	23,3	21,5

Ns = Não-significativo e # e *significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

MÁRIO LÚCIO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES
EM EUCALIPTO, DECORRENTES DA APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001
MÁRIO LÚCIO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES
EM EUCALIPTO, DECORRENTES DA APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2001.

Prof. Roberto Ferreira de Novais
(Conselheiro)

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Conselheiro)

Prof. Júlio Cesar Lima Neves

Prof. Aloísio Xavier

Prof. Nairam Félix de Barros
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Benedito (*in memoriam*) e Luíza.

Aos meus irmãos.

Com alegria e gratidão.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e aos Departamentos de Solos e de Engenharia Florestal, pelas condições oferecidas para a realização deste Curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro para realização deste trabalho.

À Companhia Suzano e à Celulose Nipo-Brasileira, pela oportunidade de trabalhar em suas áreas de pesquisa; e às equipes de campo, pelo apoio na coleta dos dados.

Ao professor Nairam Félix de Barros, pela atenção e orientação, sem a qual este trabalho não se realizaria, e pelos ensinamentos transmitidos ao longo de nossa convivência.

Ao professor Roberto Ferreira de Novais, pela orientação, pelas sugestões, pelo apoio e pelas críticas sempre construtivas.

Ao professor Haroldo Nogueira de Paiva, pelo apoio e pelas sugestões.

Ao professor Júlio Cezar Lima Neves, pelas sugestões sempre valiosas, pela ajuda nas análises estatísticas e pelo incentivo na realização deste trabalho.

Ao professor Aloísio Xavier, pelas valiosas sugestões.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal e do Departamento de Solos, pelo agradável convívio e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos engenheiros florestais Pedro G. L. Leal, José Luiz Teixeira e Reinaldo Campos Santana, pela amizade e pelo apoio nas coletas e na análise estatística dos dados deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Solos Florestais, Geraldo Vitor, José Roberto e José Alberto, pelo auxílio nas análises e também pelo bate-papo nos momentos de descontração.

Ao Cláudio, Carlos Fonseca, Lula, Bené, Sr. Renato e José Roberto Freitas, funcionários do Departamento de Solos.

À Ritinha, secretária da Pós-Graduação em Ciência Florestal, que tanto nos ajuda em relação à parte burocrática.

Aos professores Antônio Carlos Vieira e Paulo César Gomes, pelo inestimável apoio durante a graduação.

Aos amigos de toda hora, Donizete, Luciene, Neuza, Rosângela, Maria Helena, Marcélia, Cinthia, Yalmo e Luis Carlos, pela amizade sincera e pelo estímulo, em todos os momentos.

Aos meus grandes colegas de Universidade, Rogério, Hamilton, Pedro, Paulo Emílio, Marcos Godoy, Zilda, Fábio, Amarísio, Roberto, Fabrícia, Ecila, Alba, Edemir, Alcides, Geraldo Erli, Marcos Cicarini, Vicente, Manoel e George Sodré, pelas possibilidades de debate e reflexão, no dia-dia da pós-graduação.

Um agradecimento especial à maior de todas as amigas, Lauriete, pelo convívio, pelo carinho, pela paciência e por ter feito parte de minha vida nessa longa jornada.

Ao Sr. Expedito, à Sra. Ambrósia Pereira e aos seus filhos, por terem me recebido sempre de braços abertos em seu lar.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MÁRIO LÚCIO DOS SANTOS, filho de Benedito Magalhães dos Santos e Luiza Bibiana dos Santos, nasceu em Viçosa-MG, em 11 de setembro de 1973.

Cursou o 1º e 2º graus na Escola Estadual Effie Rolfs, em Viçosa-MG

Em 1992, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, graduando-se engenheiro florestal em julho de 1997.

No período de outubro de 1997 a fevereiro de 1998, conduziu um trabalho de especialização, orientado pelo professor Nairam Félix de Barros, no Departamento de Solos.

Em março de 1998, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de 2001.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
.....	
ABSTRACT	ix
.....	
1. INTRODUÇÃO	1
.....	
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
.....	
2.1. Caracterização das áreas experimentais	6
.....	
2.2. Caracterização do solo	9
.....	
2.3. Coleta e análise do material vegetal	10
.....	

2.4. Determinação do coeficiente de utilização biológico (CUB)		11
.....		
2.5. estatísticas	Análises	11
.....		
3. DISCUSSÃO	RESULTADOS	E 13
.....		
3.1. dendrométricas	Características	13
.....		
3.2. biomassa	Produção de	17
.....		
3.3. biomassa	Teor e conteúdo de nutrientes na	22
.....		
3.4. (CUB)	Coeficiente de utilização biológico	36
.....		
3.5. químicas	Características	46
.....		
4. CONCLUSÕES	RESUMO	E 49
.....		
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		51
.....		
APÊNDICE		56
.....		

RESUMO

SANTOS, Mário Lúcio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2001. **Crescimento e alocação de biomassa e de nutrientes em eucalipto, decorrentes da aplicação de nitrogênio e potássio.** Orientador: Nairam Félix de Barros. Conselheiros: Roberto Ferreira de Novais e Haroldo Nogueira de Paiva.

O crescimento e a alocação de biomassa e nutrientes em *E. grandis*, decorrentes da aplicação de N e, ou, K, foram avaliados em áreas da Companhia Suzano, nos municípios de Alambari e Itararé, em São Paulo, aos 94 e 98 meses, respectivamente, e em área da Celulose Nipo-Brasileira - CENIBRA S.A., no município de Santa Bárbara, Minas Gerais, aos 84 meses. Foram medidos o DAP e a altura das árvores, e determinada a biomassa dos vários componentes da parte aérea das árvores. Para isto, abateu-se uma árvore de dimensões médias de cada parcela experimental, separando os componentes folha, galho, casca e lenho. Coletaram-se amostras desses componentes e da serapilheira, para determinação do peso de matéria seca e para análise química. Amostras do solo, em diversas profundidades, foram também coletadas para análise. Não foram constatados efeitos significativos da aplicação de N e, ou, K na produção volumétrica e de biomassa, em Alambari e Itararé. Em Santa Bárbara, a aplicação de K promoveu ganhos significativos de crescimento do eucalipto. Os teores de N nas árvores revelaram ter havido suficiente suprimento natural deste nutriente para as plantas, o que resulta em similaridade de crescimento das plantas adubadas e não-adubadas. O conteúdo de K nas árvores adubadas foi superior ao das plantas da testemunha. O conteúdo de Ca, sua relação com a produção de biomassa e o baixo teor no solo revelaram ser este o nutriente que mais limitou a resposta do eucalipto à aplicação de K em Santa Bárbara.

ABSTRACT

SANTOS, Mário Lúcio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2001.
Growth and allocation of biomass and nutrients in eucalypts, as affected by the application of nitrogen and potassium. Adviser: Nairam Félix de Barros. Committee members: Roberto Ferreira de Novais and Haroldo Nogueira de Paiva.

Growth and allocation of biomass and nutrients in *Eucalyptus grandis*, as a result of N and, or, K application were evaluated in areas of Suzano Pulp and Paper Company (in Alambari and Itararé counties-SP), and of Celulose Nipo-Brasileira (in Santa Bárbara county-MG). Diameter and height of the trees were measured and above-ground biomass of tree components determined. For biomass determination, a tree of average dimensions, in each experimental plot, was harvested and its components, leaf, branches, stem bark and stem wood, weighed and sampled for dry weight determination and chemical analysis. Soil samples were collected at different depths for analysis. The application of N and, or, K had no significant effect on stem volume and total tree biomass in Alambari and Itararé. In Santa Bárbara, the application of K increased tree growth. The amount of N in the trees indicated that soil availability was enough to supply the tree N demand, leading to similar growth between fertilized and non-fertilized plants. The content of K in the fertilized trees was higher than in the non-fertilized ones. The amount of Ca in the trees, its relation with biomass production and its low content in the soil indicated that this nutrient limited the response of eucalypt to K in the trial located in Santa Bárbara.

1. INTRODUÇÃO

Em geral, os plantios de eucalipto no Brasil têm ocupado solos que possuem como principal característica a baixa fertilidade natural. As boas produtividades observadas decorrem da baixa exigência nutricional de algumas espécies e dos processos de ciclagem.

A manutenção da produtividade de florestas de eucalipto torna a fertilização prática obrigatória (NOVAIS et al., 1990). No entanto existem casos, como nas grandes empresas florestais, em que ocorre a utilização de critérios mais confiáveis para a recomendação de adubação, como o NUTRICALC (BARROS et al., 1995, 2000), que é uma das primeiras tentativas de sistema de recomendação de fertilizantes para eucalipto. Porém, ainda há casos e empresas em que as mesmas doses e formulações NPK são utilizadas em diferentes solos e para diferentes espécies. Tal procedimento faz com que em muitas situações ocorra a adição de quantidades insuficientes de nutrientes, o que implica a utilização de grande parte das reservas do solo. Em se tratando de solos tropicais, cujas reservas de nutrientes são pequenas, as sucessivas rotações podem levar à exaustão de nutrientes, comprometendo a capacidade produtiva dos solos.

O N e o K são os nutrientes para os quais são exigidos maiores cuidados quanto à dose, à época e ao modo de aplicação, por serem facilmente perdidos do sistema, por processos naturais ou por exportação via produto florestal (MIRANDA et al., 1998). Esses nutrientes são aplicados por meio de fontes de alta solubilidade, que aliadas à baixa CTC de solos reflorestados propiciam, de

modo geral, elevadas perdas por lixiviação (SOUZA et al., 1979; GALO, 1993). Deste modo, espera-se que seus efeitos residuais em cultivos subseqüentes sejam pequenos ou nulos (GODINHO et al., 1997).

A quantidade de N imobilizada pelas espécies de eucalipto pode variar de 120 a 1.300 kg ha⁻¹, dependendo da espécie, da qualidade do sítio e da interação desses dois fatores (BARROS et al., 1990). No solo, o N mineral é encontrado em formas pouco estáveis, estando sujeito a várias reações que podem causar sua perda do sistema, por lixiviação, volatilização ou desnitrificação (GUERRINI, 1990).

A aplicação de adubos nitrogenados em plantios de eucalipto é, normalmente, realizada no momento do plantio ou alguns meses após, geralmente por meio de formulações NPK. Apesar de o N ser acumulado em grandes proporções, as respostas do eucalipto à sua aplicação têm sido relativamente menos intensas que as obtidas para P e, em algumas situações, para K (BARROS et al., 1990; GODINHO et al., 1997).

Estudos realizados por GAMA-RODRIGUES (1997) evidenciam que o N mineralizado do solo e da serapilheira poderia, também, justificar a ausência de resposta do eucalipto ao N, especialmente após o segundo ano de plantio. O autor relatou que para o eucalipto produzir 62 t ha⁻¹, aos dois anos idade, seriam necessários 125 kg ha⁻¹ de N, dos quais cerca de 80% passam pela biomassa microbiana.

O K é o segundo elemento mais absorvido pelas plantas, podendo o eucalipto acumular de 70 a 700 kg ha⁻¹ (BARROS e NOVAIS, 1996). Apesar de não participar da estrutura de compostos orgânicos das plantas, sua ciclagem é bastante rápida, elevando sua eficiência de utilização pelas árvores (GALO, 1993). Sua deficiência pode interferir na eficiência do uso da água e de outros nutrientes, além de levar a planta à menor tolerância a déficit hídrico e a outros estresses ambientais (MENGEL e KIRKBY, 1978; RAIJ, 1990).

A demanda de N e K pelo eucalipto aumenta com a idade do povoamento. Uma disponibilidade satisfatória para a fase inicial de crescimento pode não ser suficiente para que a capacidade máxima de produção do sítio seja

atingida, especialmente no caso do K. Nessas condições, há necessidade de adição desses nutrientes via fertilização, no decorrer do ciclo. Tal fato levou NOVAIS et al. (1990) a proporem o nível crítico de “implantação” para o crescimento inicial da planta e o de “manutenção” para a fase seguinte, de modo que a produção esperada do eucalipto seja atingida. Os autores afirmaram que a melhor época de aplicação de adubos potássicos em plantios de eucalipto ainda não estava bem definida, mas que a aplicação de todo o K na época de plantio parecia não ser a mais adequada. Uma única aplicação de doses elevadas pode implicar perdas consideráveis por lixiviação, devido à alta solubilidade das fontes utilizadas, pelo menos nas condições de solos mais comumente utilizadas em reflorestamento com eucalipto no País. Deve-se, também, considerar o efeito salino quando esses fertilizantes são aplicados próximos às mudas, podendo causar danos ao sistema radicular, como a queima das raízes, efeito este que pode ser agravado caso ocorra um período de estiagem após o plantio.

Segundo GONÇALVES et al. (1997), a consideração das fases de crescimento da floresta é fundamental para definir as épocas de aplicação dos fertilizantes, uma vez que essas fases têm estreita relação com a demanda nutricional das árvores. Nas fases de crescimento mais rápido, as árvores mostram maior demanda e há maior dependência do solo, principalmente se os ciclos bioquímico e o biogeoquímico de nutrientes não tiverem iniciado (FORD, 1984). GUERRINI (1990) sugeriu que em povoamentos de eucalipto, especialmente naqueles localizados em solos muito arenosos, N e K devem ser aplicados parte no plantio e parte aos dois anos de idade, devido às altas taxas de perdas destes nutrientes.

Trabalhos de pesquisa com o objetivo de determinar as melhores doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados e potássicos são escassos.

O efeito de doses crescentes de K (0, 60, 120, 240 e 360 kg ha⁻¹ de K₂O) sobre a produção de *E. grandis* em segunda rotação foi estudado por GAVA (1997), em dois solos: um com 14 mg dm⁻³ de K, no município de Angatuba - SP, e outro com 65 mg dm⁻³, em São Miguel Arcanjo-SP. Constataram-se respostas positivas até a dose estimada de 256 kg ha⁻¹ de K₂O, na primeira

condição, e ausência de resposta na segunda, o que indica que, para conseguir boas produtividades em solos com os teores de K próximos aos encontrados em Angatuba, torna-se necessária a adição deste nutriente.

Respostas positivas à adição de K, em idades próximas aos 11 meses, foram estimadas por GALO (1993), ao estudar o efeito de doses crescentes de K (de 0 a 240 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicadas no plantio em solo argiloso de cerrado, com 23 mg dm⁻³ de K. Com base no balanço do nutriente no sistema, o autor previu um decréscimo médio de 55% na produtividade, no ciclo seguinte, fato confirmado por FARIA (2000).

BARROS et al. (1992) estudaram o efeito da adição de 0 a 240 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio sobre a produção de biomassa em *E. grandis* e constataram, aos 6,5 anos de idade, ganhos de 63% na produção, em relação à testemunha, ao adicionar 179 kg ha⁻¹ de K₂O.

GODINHO et al. (1997) relataram que a aplicação de 85 kg de N e 84,4 kg ha⁻¹ de K₂O em povoamentos de *E.camaldulensis*, cultivados em solo arenoso de cerrado, proporcionou maior crescimento em relação à testemunha.

Acréscimos em volume devido à aplicação conjunta de N e de K foram observados por VALERI et al. (1997). Os autores observaram que a aplicação apenas de K aos 52 meses de idade, em Areia Quartzosa, com teor de 0,02 a 0,01 cmol_c dm⁻³ de K, propiciou ganhos em volume para *E. urophylla*, aos 91 meses. No entanto, a combinação de N e calcário dolomítico com K não aumentou os ganhos em relação ao encontrado para aplicação apenas de K. A aplicação apenas de N não resultou em ganhos de produção. Ao estudar o efeito de diferentes fontes e doses de macronutrientes sobre a produtividade de povoamentos de *E. grandis*, em regime de talhadia, instalados em Areia Quartzosa, com 0,26 mmol_c dm⁻³, STAPE e BENEDETTI (1997) encontraram que a maior resposta ocorreu pela adição conjunta de NPK (15-00-15). Segundo os autores, esta composição reduziu os decréscimos de produtividade, 19% contra 34% observada no tratamento em que esses nutrientes não foram aplicados.

Essas informações mostram uma inconsistência de resposta do eucalipto à adubação nitrogenada. A resposta a K é mais freqüente, mas ainda não há uma definição sobre qual é a melhor técnica para sua utilização em povoamentos de eucalipto no País. Assim, tanto para o N como para o K, são necessários estudos que visem determinar a necessidade, a dose e a melhor época de aplicação a serem adotadas em povoamentos de eucalipto. Neste sentido, a estimativa da alocação e o entendimento da dinâmica de nutrientes em ecossistemas florestais são de grande valia para elaboração de programas de adubação, quando se deseja alcançar altas produtividades, sem comprometer a capacidade produtiva dos solos (GALO, 1993).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da dose e da época de aplicação de N e de K sobre o crescimento e a alocação desses nutrientes na biomassa em plantios de *E. grandis*, em diferentes condições edafoclimáticas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização das áreas experimentais

Este estudo foi realizado em áreas da Companhia Suzano de Papel e Celulose, localizadas nos municípios de Alambari e Itararé, no Estado de São Paulo, e da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA), localizadas no

município de Santa Bárbara, no Estado de Minas Gerais (Figura 1, Quadro 1).

A implantação dos ensaios ocorreu nos meses de abril e agosto de 1991, nos municípios de Itararé e Alambari, respectivamente, e em dezembro de 1993, no município de Santa Bárbara. As quantidades de corretivos e adubos utilizados nos plantios encontram-se no Quadro 2.

Os ensaios foram conduzidos em blocos ao acaso, com três repetições, com as plantas sendo dispostas no espaçamento de 3 x 3 m, no município de Alambari, e de 3 x 2 m, em Itararé e Santa Bárbara. As parcelas em Alambari e Itararé possuíam 30 árvores úteis e em Santa Bárbara, 25 árvores. Os tratamentos foram aplicados em povoamentos de *E. grandis*, já estabelecidos e em diferentes idades, usando uréia como fonte de N e KCl como fonte de K.

O K foi testado nas doses de 150 e 300 kg ha⁻¹ e o N nas doses de 75 e 150 kg ha⁻¹, parceladas em duas épocas, ou não, nos municípios de Alambari e Itararé (Quadro 3). No ensaio em Santa Bárbara, as doses testadas foram de 75

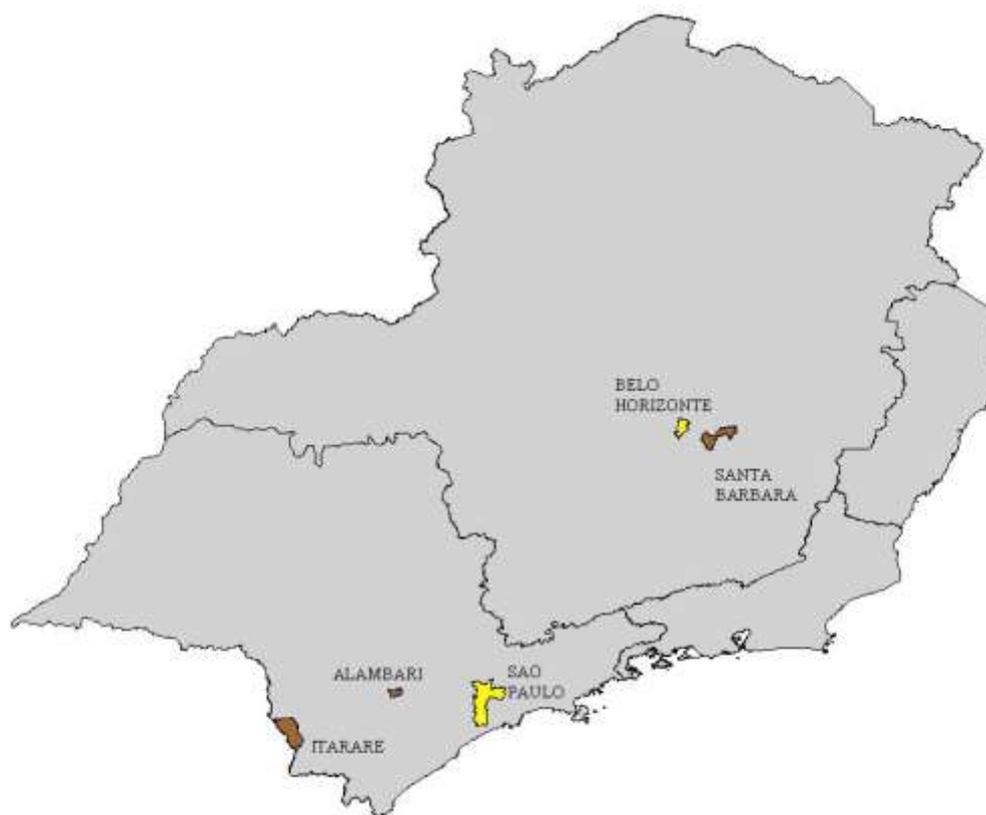


Figura 1 - Localização geográfica dos municípios de Santa Bárbara-MG e de Alambari e Itararé-SP, onde se localizaram os ensaios.

Quadro 1 - Algumas características climáticas e edáficas dos municípios de Alambari e Itararé-SP e de Santa Bárbara-MG, na época de instalação dos ensaios

Característica	Município		
	Alambari	Itararé	Santa Bárbara
Altitude (m)	600	873	740
Precipitação pluviométrica Média (mm)	1.200	1.400	1.350
Classificação climática Köppen (mm)	Cfa	Cfb	Cwa
Solo	LV	LV	LV
Argila (g kg ⁻¹)	100	500	480
Silte (g kg ⁻¹)	20	150	60

Areia (g kg ⁻¹)	880	350	460
K (mg dm ⁻³)	3,9	5,5	20,4
CO (dag kg ⁻¹)	1,1	0,9	1,5

LV = Latossolo Vermelho distrófico álico, textura média arenosa e LV = Latossolo Vermelho-Amarelo álico, textura média.

Quadro 2 - Quantidades de corretivos e adubos utilizados na época de plantio em Alambari e Itararé-SP e em Santa Bárbara-MG

Fonte	Adubação de Plantio		
	Alambari	Itararé	Santa Bárbara
	----- kg ha ⁻¹ -----		----- g/planta -----
NPK 06-30-06	260	260	-
NPK 05-25-10	-	-	100
NPK 20-00-20 em cobertura	80	-	-
FAPS ^{1/}	380	-	-
Calcário dolomítico	-	2000	-

1) Fosfato-de-araxá parcialmente acidulado.

Quadro 3 - Épocas de aplicação e doses de fertilizantes utilizados nos experi-mentos localizados nos municípios de Alambari e Itararé-SP

Tratamento	K ₂ O		N	
	E1	E2	E1	E2
	----- kg ha ⁻¹ -----			
T0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	0,0	150,0	0,0	0,0

T2	150,0	0,0	0,0	0,0
T3	75,0	75,0	0,0	0,0
T4	0,0	300,0	0,0	0,0
T5	300,0	0,0	0,0	0,0
T6	150,0	150,0	0,0	0,0
T7	0,0	0,0	75,0	0,0
T8	0,0	0,0	0,0	75,0
T9	0,0	0,0	37,5	37,5
T10	0,0	0,0	150,0	0,0
T11	0,0	0,0	0,0	150,0
T12	0,0	0,0	75,0	75,0
T13	150	0,0	75,0	0,0
T14	0,0	150,0	0,0	75,0
T15	75,0	75,0	37,5	37,5
T16	300,0	300,0	150,0	150,0

E1 - 25 e 30 meses após o plantio, em Alambari e Itararé-SP, respectivamente; e E2 - 37 e 42 meses após o plantio, em Alambari e Itararé-SP, respectivamente.

e 150 kg ha⁻¹ de K₂O, sem parcelamento, e 75 kg ha⁻¹ de N, parcelada em duas vezes, ou não (Quadro 4). Em Alambari-SP, as adubações foram feitas aos 25 e, ou, 37 meses; em Itararé-SP, aos 30 e, ou, 42 meses (Quadro 3); e em Santa Bárbara-MG, aos 12 e, ou, 24 meses após o plantio (Quadro 4).

Quadro 4 - Épocas de aplicação e doses de fertilizantes utilizados nos experi-mentos localizados no município de Santa Bárbara-MG

Tratamento	K ₂ O		N	
	E1	E2	E1	E2
	----- kg ha ⁻¹ -----			
T0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	75,0	0,0	0,0	0,0
T2	150,	0,0	0,0	0,0
	0			
T3	0,0	0,0	75,0	0,0
T4	0,0	0,0	37,5	37,5

T5	75,0	0,0	75,0	0,0
----	------	-----	------	-----

E1 e E2 = 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente.

A combinação de doses e épocas de aplicação gerou 17 tratamentos em Alambari e Itararé e seis tratamentos em Santa Bárbara.

A avaliação final dos experimentos foi feita aos 94 meses de idade em Alambari, aos 98 meses em Itararé e aos 84 meses em Santa Bárbara.

2.2. Caracterização do solo

Ao final do experimento, com os povoamentos nas idades de 84, 94 e 98 meses, em Santa Bárbara, Alambari e Itararé, respectivamente, foram coletadas, aleatoriamente, amostras de solo em cada parcela (quatro amostras simples, para obter uma amostra composta), nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-100 cm, para a realização de análises químicas.

As amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneiras com malha de 2 mm e homogeneizadas, retirando-se raízes e resíduos visíveis de plantas e animais. Em seguida, elas foram analisadas, determinando-se: pH em água, na relação 1 : 2,5; Ca e Mg trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, na relação 1:10; P e K extraídos pelo Mehlich-1, na relação 1:10, conforme proposto por DEFELIPO e RIBEIRO (1981); e carbono orgânico por oxidação com K₂Cr₂O₇, 0,4 mol L⁻¹. Os teores de fósforo foram determinados por colorimetria, após a formação de complexo fosfomolibdico e sua redução por ácido ascórbico (BRAGA e DEFELIPO, 1974); de potássio por fotometria de emissão de chama (AOAC, 1975); de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1975)

2.3. Coleta e análise do material vegetal

Nas parcelas, foram medidas a circunferência do tronco à altura de

1,30 m (CAP) e a altura de todas as árvores, excluindo as das bordaduras (duas linhas). Foi abatida uma árvore de dimensões médias (CAP e altura) em cada parcela. Mediu-se também a altura comercial (diâmetro < 8 cm), procedendo-se, em seguida, à cubagem rigorosa, para a qual foram medidos o diâmetro e o comprimento de seções do tronco nas posições correspondentes a 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial. Após a medição, coletaram-se amostras e pesaram-se todos os componentes da árvore, para determinação da matéria seca, do teor e dos conteúdos de nutrientes.

Para a casca, retiraram-se amostras ao longo do tronco. Na amostragem do tronco e do lenho, foram coletados discos de madeira com casca e serragem, a partir da altura de 0,1 m, e a 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial. Tanto para a casca, quanto para a madeira, as amostras foram homogeneizadas por componentes e, em seguida, retirada uma amostra composta de cada árvore.

As amostras de serapilheira foram coletadas ao acaso em quatro subparcelas, com área de 0,25 m² cada, localizadas nas entrelinhas de plantio.

Todas as amostras de material vegetal, incluindo a serapilheira, após pesadas, foram colocadas em uma estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas, à temperatura de, aproximadamente, 72 °C, para secagem e posterior determinação do peso de matéria seca. Em seguida, as amostras de casca, madeira, galhos, folhas e serapilheira foram moídas, separadamente, em moinho tipo Wiley. Posteriormente, foram mineralizadas por meio de mistura nítrico-perclórica, para determinação de fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O N foi determinado após a digestão sulfúrica e destilação (TEDESCO et al., 1985). As determinações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram efetuadas conforme descrito no item 2.2.

2.4. Determinação do coeficiente de utilização biológico (CUB)

Estimou-se o conteúdo de nutrientes nos componentes da árvore em cada parcela, separadamente. Calculou-se o coeficiente de utilização biológico

(CUB relação entre o peso de matéria seca e o conteúdo de nutrientes) para esses nutrientes no tronco.

2.5. Análises estatísticas

Os dados referentes às características dendrométricas, à produção de biomassa, ao conteúdo de nutrientes e ao coeficiente de utilização biológico (CUB) foram submetidos à análise de variância para cada local estudado, com posterior desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos em contrastes ortogonais (Quadros 5 e 6), exceto para os contrastes C_7 e C_{13} em Alambari e Itararé e C_3 e C_5 em Santa Bárbara. Os níveis de significância adotados foram 5 e 10 %.

Quadro 5 - Contrastes resultantes do desdobramento dos graus de liberdade para os tratamentos aplicados em Alambari e Itararé-SP

$C_1 =$	T_0 vs T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 e T_6
$C_2 =$	T_1, T_2 e T_3 vs T_4, T_5 e T_6
$C_3 =$	T_1 e T_2 vs T_3
$C_4 =$	T_4 e T_5 vs T_6
$C_5 =$	T_1 e T_4 vs T_2 e T_5
$C_6 =$	T_3 vs T_6
$C_7 =$	T_0 vs $T_7, T_8, T_9, T_{10}, T_{11}$ e T_{12}
$C_8 =$	T_7, T_8 e T_9 vs T_{10}, T_{11} e T_{12}
$C_9 =$	T_7 e T_8 vs T_9
$C_{10} =$	T_{10} e T_{11} vs T_{12}
$C_{11} =$	T_7 e T_8 vs T_{10} e T_{11}
$C_{12} =$	T_9 vs T_{12}
$C_{13} =$	T_0 vs T_{13}, T_{14}, T_{15} e T_{16}
$C_{14} =$	T_{13}, T_{14} e T_{15} vs T_{16}
$C_{15} =$	T_{13} e T_{14} vs T_{15}

$$C_{16} = T_{15} \text{ vs } T_{16}$$

Quadro 6 - Contrastes resultantes do desdobramento dos graus de liberdade para os tratamentos aplicados em Santa Bárbara-MG

$$C_1 = T_0 \text{ vs } T_1 \text{ e } T_2$$

$$C_2 = T_1 \text{ vs } T_2$$

$$C_3 = T_0 \text{ vs } T_3 \text{ e } T_4$$

$$C_4 = T_3 \text{ vs } T_4$$

$$C_5 = T_0 \text{ vs } T_5$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características dendrométricas

O volume de tronco em Santa Bárbara foi influenciado pela aplicação de K ($p < 0,1$), mas não se observou qualquer efeito sobre as características dendrométricas do eucalipto em Alambari e Itararé (Quadros 7 a 12). O ganho em volume pela aplicação de K atingiu 23% em relação à testemunha, em Santa Bárbara. Neste local, a aplicação de 75 ou 150 kg ha⁻¹ de K₂O promoveu ganhos semelhantes de produção volumétrica (Quadros 11 e 12), o que, por questão de

economia, leva à recomendação da primeira dose. Os baixíssimos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} estimados para a época de implantação do experimento nesse local explicam a semelhança de resposta do eucalipto a essas duas doses de K. Embora os teores atuais de K no solo indicassem a probabilidade de resposta mais acentuada, a consideração do K imobilizado na biomassa mostra uma razoável coerência entre a produtividade estimada ($30,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) na testemunha e o que teria sido o teor de K no solo à época da implantação da floresta.

A semelhança de produção volumétrica entre plantas não-adubadas e adubadas com K, em Alambari e Itararé, é também coerente ao considerar quais teriam sido os teores de K na época de implantação. A produtividade foi de aproximadamente 40 a $44 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ em Alambari e Itararé, respectivamente.

Quadro 7 - Características dendrométricas do povoamento de *E. grandis*, aos 94 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Alambari-SP

Fertilizant e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (Meses)	Nº Árv.	CAP (cm)	Ht (m)	Vtr (m ³ ha ⁻¹)
	0	0	913	54,7 (±1,2)	29,2 (±0,0)	311,4 (±42,2)
K ₂ O	150	E1	988	56,8 (±2,0)	29,8 (±1,5)	386,8 (±29,3)
	150	E2	988	58,7 (±1,2)	30,8 (±1,1)	352,0 (±25,4)
	150	p	988	57,0 (±1,0)	29,3 (±1,2)	365,8 (±16,0)
	300	E1	963	59,0 (±2,3)	30,4 (±0,4)	321,1 (±11,1)
	300	E2	1.001	58,7 (±1,8)	30,7 (±0,6)	386,5 (±29,7)
	300	p	926	60,4 (±1,3)	30,3 (±0,8)	363,8 (±19,4)
	N	75	E1	951	54,3 (±0,9)	28,5 (±0,2)
75		E2	901	56,8 (±1,5)	29,3 (±0,3)	293,2 (±16,2)
75		p	963	52,5 (±4,2)	28,4 (±2,0)	292,5 (±67,2)
150		E1	941	52,0 (±1,8)	26,4 (±1,6)	230,5 (±30,8)

	150	E2	951	54,5 ($\pm 2,0$)	29,0 ($\pm 1,2$)	316,3 ($\pm 61,5$)
	150	p	889	53,0 ($\pm 5,7$)	28,0 ($\pm 2,3$)	266,0 ($\pm 36,6$)
	75 + 150	E1	938	60,8 ($\pm 0,9$)	30,9 ($\pm 0,1$)	399,2 ($\pm 20,4$)
	75 + 150	E2	913	56,7 ($\pm 1,3$)	29,2 ($\pm 0,4$)	310,2 ($\pm 27,5$)
N + K ₂ O	75 + 150	p	938	58,5 ($\pm 1,1$)	29,7 ($\pm 0,8$)	334,8 ($\pm 23,3$)
	300 + 600	p	913	59,3 ($\pm 1,2$)	30,9 ($\pm 0,1$)	336,8 ($\pm 24,2$)

Nº Árv. = nº de árvores por ha; CAP = circunferência à altura do peito; Ht = altura total; Vtr = volume do tronco; E1 e E2 = aplicação do N e, ou, K₂O aos 25 e 37 meses após o plantio, respectivamente; p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 8 - Análise de variância para os contrastes das variáveis dendrométricas de um povoamento de *E. grandis*, aos 94 meses, em função das doses de N e, ou, K aplicadas, em Alambari-SP

FV	GL	QM			
		Nº Árv.	CAP	Ht	Vtr
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	9901,82ns	36,27ns	2,63ns	6747,80ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	2713,52ns	15,31ns	1,08ns	550,99ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,32ns	1,13ns	2,00ns	25,52ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	6305,04ns	4,70ns	0,07ns	199,13ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	1142,18ns	1,69ns	1,40ns	698,74ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	919,99ns	1,67ns	2,21ns	2137,17ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	600,11ns	8,68ns	4,01ns	2460,89ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	2742,94ns	19,01ns	0,44ns	14,57ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	6439,90ns	0,13ns	0,25ns	110,60ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	1165,60ns	18,75ns	8,50ns	5020,33ns
T ₉ vs T ₁₂	1	8228,81ns	0,38ns	0,24ns	1056,81ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	365,72ns	41,67ns	2,33ns	2741,04ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	609,54ns	1,00ns	2,24ns	284,40ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	304,77ns	0,13ns	0,24ns	789,66ns

T ₁₅ vs T ₁₆	1	914,31ns	1,04ns	2,26ns	6,02ns
Resíduo	34	6683,48	14,81	3,53	3207,80
CV (%)		8,6	6,8	6,4	17,3

Ns = não-significativo, pelo teste F.

Quadro 9 - Características dendrométricas do povoamento de *E. grandis*, aos 98 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Itararé-SP

Fertilizant e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Nº Árv.	CAP (cm)	Ht (m)	Vtr (m ³ ha ⁻¹)
	0	0	1.556	48,3 (±1,9)	25,7 (±0,4)	359,1 (±28,9)
	150	E1	1.556	51,3 (±1,3)	25,9 (±1,5)	424,7 (±46,3)
	150	E2	1.573	51,0 (±2,6)	26,4 (±1,5)	393,3 (±8,6)
	150	p	1.483	54,8 (±0,3)	27,4 (±0,9)	451,5 (±58,0)
K ₂ O	300	E1	1.592	49,3 (±3,4)	25,8 (±1,4)	366,2 (±59,6)
	300	E2	1.555	51,3 (±1,3)	24,8 (±0,2)	367,8 (±15,0)
	300	p	1.536	51,5 (±4,4)	26,1 (±1,5)	386,3 (±48,7)
	75	E1	1.573	51,2 (±1,0)	28,2 (±0,9)	414,8 (±58,4)
	75	E2	1.499	52,5 (±4,3)	27,3 (±2,0)	424,5 (±58,9)
	75	p	1.573	50,0 (±1,0)	25,4 (±0,5)	375,4 (±53,4)
N	150	E1	1.537	50,3 (±2,5)	26,4 (±2,7)	377,4 (±69,4)
	150	E2	1.573	49,8 (±2,8)	26,2 (±2,3)	388,4 (±39,8)
	150	p	1.555	49,5 (±2,2)	25,1 (±1,6)	350,1 (±28,9)
	75 + 150	E1	1.518	51,8 (±3,3)	26,6 (±1,7)	361,7 (±44,6)
	75 + 150	E2	1.536	51,5 (±1,3)	26,2 (±1,6)	400,1 (68,4)
N + K ₂ O	75 + 150	p	1.594	51,0 (±1,0)	25,9 (±1,9)	398,6 (±24,2)
	300 + 600	p	1.502	52,8 (±0,3)	25,9 (±2,9)	414,1 (±99,5)

Nº Árv. = nº de árvores por ha; CAP = circunferência à altura do peito; Ht= altura total; Vtr,= volume do tronco; E1 e E2 – aplicação do N e, ou, K₂O aos 30 e 42 meses após o plantio, respectivamente; p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 10 - Análise de variância para os contrastes das variáveis dendrométricas de um povoamento de *E. grandis*, aos 98 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Itararé-SP

FV	GL	QM			
		Nº Árv.	CAP	Ht	Vtr
T ₀ vs T ₁ , T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	101,09ns	26,70*	0,33ns	3958,91ns
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	2524,67ns	12,50ns	4,30ns	11130,06#
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	13482,70#	26,89*	2,92ns	3616,01ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	2741,29ns	2,72ns	1,36ns	747,65ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	291,23ns	2,08ns	0,12ns	661,09ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	33,01ns	12,70ns	1,32ns	2218,03ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	182,56ns	8,00ns	4,91ns	4882,76ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	2741,290ns	6,72ns	10,89#	3909,11ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,18ns	0,68ns	2,72ns	2156,18ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	1061,41ns	0,52ns	0,96ns	319,68ns
T ₉ vs T ₁₂	1	513,99ns	0,38ns	0,11ns	964,40ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	33,01ns	28,70*	0,45ns	2865,00ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	5091,87ns	4,34ns	0,32ns	1682,20ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	8865,87ns	0,89ns	0,44ns	625,41ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	12684,53#	5,04ns	0,01ns	362,89ns
Resíduo	34	4444,11	5,80	2,78	2746,24
CV (%)		4,31	4,7	6,4	13,4

Ns = Não-significativo; e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 11 - Características dendrométricas do povoamento de *E. grandis*, aos 84 meses, em função das doses de N e K aplicadas, em Santa Bárbara-MG

Fertilizant e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Nº Árv.	CAP (cm)	Ht (m)	Vtr (m ³ ha ⁻¹)
	0	0	1.266	43,3 (±0,8)	24,2 (±0,6)	215,5 (±11,5)
K ₂ O	75	E1	1.377	45,7 (±1,8)	25,3 (±0,4)	266,5 (±26,7)
	150	E1	1.422	45,3 (±1,7)	24,3 (±1,0)	257,1 (±25,6)

N	75	E1	1.288	45,2 ($\pm 1,6$)	24,2 ($\pm 1,0$)	212,9 ($\pm 13,0$)
	75	p	1.266	43,8 ($\pm 0,9$)	23,8 ($\pm 0,1$)	191,1 ($\pm 5,0$)
N + K ₂ O	75+75	E1	1.266	49,3 ($\pm 1,3$)	24,9 ($\pm 0,6$)	244,2 ($\pm 12,7$)

Nº Árv. = nº de árvores por ha; CAP = circunferência à altura do peito; Ht= altura total; Vtr,= volume do tronco; E1 e E2 = aplicação do N e, ou, K₂O aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; p - aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 12 - Análise de variância para os contrastes das variáveis dendrométricas de um povoamento de *E. grandis*, aos 84 meses, em função das doses de N e, ou, K aplicadas, em Santa Bárbara-MG

FV	GL	QM			
		Nº Árv.	CAP	Ht	Vtr
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	35527,12#	9,39ns	0,68ns	4285,52#
T ₁ vs T ₂	1	2960,59ns	0,17ns	1,60ns	134,06ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	246,72ns	2,72ns	0,12ns	365,60ns
T ₃ vs T ₄	1	740,15ns	2,67ns	0,22ns	711,84ns
T ₀ vs T ₅	1	0,00ns	54,00*	0,74ns	1236,72ns
Resíduo	12	10362,08	5,88	1,42	928,51
CV(%)		7,7	5,3	4,9	13,2

Ns = Não-significativo, e # e *significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

A aplicação de N não resultou em ganhos significativos de produção volumétrica em qualquer dos três ensaios, tendendo a reduzi-lo em Alambari, apesar dos teores de carbono orgânico dos solos.

Em Itararé, ao desmembrar o efeito de doses de K, constatou-se que o volume do tronco foi maior quando foram aplicados 150 kg ha⁻¹ de K₂O, em comparação aos 300 kg ha⁻¹ de K₂O. Embora não se tenha sido encontrada diferença significativa ao contrastar a aplicação contra a não-aplicação do nutriente, a comparação entre a média correspondente à dose de 150 kg ha⁻¹ de K₂O com a testemunha mostra ter havido um acréscimo (15 %) em volume para a aplicação do adubo potássico.

Os resultados encontrados para os tratamentos em que se aplicou o K contrastam com os obtidos por GALO (1993), que ao aplicar doses crescentes de K (de 0 a 240 kg ha⁻¹ de K₂O) em solo argiloso de cerrado, com 23 mg dm⁻³ nos 20 cm superficiais, encontrou respostas positivas já aos 11 meses de idade, para *E. grandis*, e com os de VALERI et al. (1997), que relataram ganhos em volume devido à aplicação de K₂O. Segundo estes últimos autores, a adição de 20 g de K₂O/planta, na projeção da copa, em povoamentos de *E. urophylla* com 52 meses de idade, estabelecido em Areia Quartzosa, proporcionou ganhos de 42,9 %.

Ao combinar a aplicação de N com a de K, os ganhos foram semelhantes aos relatados para a aplicação somente do K. Em Alambari, a aplicação de 150 kg de K₂O + 75 kg de N por ha, aos 25 meses após o plantio, proporcionou ganhos de até 28% em volume de tronco, quando comparado à testemunha. Esta também foi a combinação que proporcionou os maiores ganhos percentuais neste ensaio, não sendo, no entanto, significativa para nenhum dos níveis de significância adotados.

No ensaio de Itararé, a aplicação de 600 kg de K₂O + 300 kg de N, parcelados aos 30 e 42 meses após o plantio, propiciou ganhos de 15 % em relação à testemunha, o que reflete as melhores condições de sítio em termos de solo, em especial o teor de matéria orgânica. Em Santa Bárbara, estes ganhos foram de aproximadamente 13 %, quando foram aplicados 75 kg de K₂O + 75 de N. Apesar dos ganhos percentuais observados em relação à testemunha para Itararé e Santa Bárbara, vale ressaltar que esses não foram significativos nos níveis de significância adotados.

3.2. Produção de biomassa

A produção de biomassa nos tratamentos em que se aplicou o K foi ligeiramente superior à produção da testemunha nos três locais onde o estudo foi conduzido (Quadros 13, 15 e 17). No entanto, assim como observado para produção volumétrica, os ganhos não foram estatisticamente significativos em

relação à testemunha (Quadros 14, 16 e 18). De modo geral, a aplicação de N não

Quadro 13 - Biomassa do lenho, da casca, da folha, do galho e da serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, no município de Alambari-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	t ha ⁻¹					
			Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
	0	0	3,3 (±0,7)	4,3 (±0,6)	121,0 (±12,1)	11,2 (±1,1)	132,2 (±13,1)	24,9 (±1,8)
K ₂ O	150	E1	2,9 (±0,3)	5,0 (±0,2)	142,2 (±13,2)	12,8 (±2,1)	155,1 (±15,3)	22,7 (±2,6)
	150	E2	3,2 (±0,4)	4,7 (±0,3)	136,4 (±16,7)	11,8 (±0,9)	148,2 (±17,6)	25,3 (±3,7)
	150	p	3,1 (±0,4)	8,7 (±2,5)	133,6 (±17,9)	12,1 (±0,6)	145,8 (±18,3)	36,5 (±9,0)
	300	E1	2,8 (±0,3)	4,9 (±0,7)	131,7 (±10,2)	12,4 (±1,6)	144,1 (±11,7)	23,3 (±2,7)
	300	E2	3,7 (±0,3)	5,8 (±0,5)	155,8 (±14,8)	12,2 (±2,1)	168,0 (±16,8)	24,6 (±1,7)
	300	p	3,7 (±0,9)	4,8 (±0,4)	134,6 (±6,5)	12,2 (±0,6)	146,9 (±7,1)	22,5 (±2,3)
N	75	E1	2,8 (±0,2)	3,9 (±0,3)	116,2 (±5,9)	12,7 (±0,9)	128,9 (±6,1)	22,9 (±2,4)
	75	E2	3,3 (±0,7)	5,2 (±1,0)	120,9 (±10,7)	11,4 (±0,7)	132,3 (±11,3)	25,9 (±3,1)
	75	p	3,4 (±0,9)	5,1 (±0,7)	115,3 (±27,8)	10,0 (±2,1)	125,2 (±29,9)	20,8 (±0,3)
	150	E1	1,8 (±0,6)	3,6 (±0,4)	90,8 (±14,9)	9,7 (±0,3)	100,5 (±15,0)	21,3 (±2,8)
	150	E2	3,9 (±0,5)	5,2 (±0,9)	130,9 (±27,5)	11,6 (±2,1)	142,5 (±29,6)	25,3 (±1,6)
	150	p	3,1 (±0,5)	5,0 (±0,5)	112,3 (±18,5)	10,2 (±1,3)	122,5 (±19,8)	24,4 (±1,8)
N+ K ₂ O	75+150	E1	4,9 (±0,8)	7,4 (±0,7)	155,7 (±2,6)	15,0 (±0,2)	170,7 (±2,8)	28,6 (±2,4)
	75+150	E2	2,8 (±0,5)	4,1 (±0,8)	117,5 (±6,8)	11,2 (±0,5)	128,7 (±7,1)	23,1 (±2,7)
	75+150	p	3,4 (±0,7)	4,6 (±0,7)	120,4 (±6,7)	12,7 (±0,6)	133,1 (±7,3)	30,3 (±3,3)
	300+600	p	3,0 (±0,5)	5,2 (±1,2)	129,9 (±6,6)	11,6 (±0,5)	141,5 (±6,9)	25,6 (±2,1)

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 25 e 37 meses após o plantio, respectivamente; p - aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 14 - Análise de variância para os contrastes da biomassa dos componentes das plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM					
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,01ns	4,64ns	843,09ns	2,71ns	941,32ns	1,99ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,45ns	4,01ns	48,50ns	0,01ns	49,58ns	99,52#
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,00ns	30,05*	65,01ns	0,06ns	69,03ns	315,91**
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,42ns	0,59ns	165,26ns	0,02ns	169,22n	4,24ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,90ns	0,34ns	252,94ns	1,21ns	219,14n	11,73ns

T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,15ns	0,30ns	110,72ns	0,24ns	121,34ns	5,45ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,24ns	0,06ns	169,00ns	3,18ns	218,51ns	0,90ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,19ns	0,55ns	21,67ns	8,67ns	57,77ns	26,03ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,10ns	0,66ns	4,38ns	0,36ns	2,22ns	2,58ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	5,14*	6,32ns	1502,19ns	0,42ns	1552,66ns	37,60ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,13ns	0,01ns	13,03ns	0,10ns	10,79ns	19,54ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	0,13ns	2,49ns	237,33ns	4,35ns	305,91ns	9,27ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	1,26ns	0,04ns	3,87ns	4,08ns	15,89ns	6,48ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,45ns	2,76ns	523,71ns	0,34ns	550,74ns	40,08ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,28ns	0,62ns	134,72ns	1,72ns	105,97ns	32,87ns
Resíduo	34	1,01	2,39	647,56	4,85	747,06	31,43
CV (%)		31,0	30,0	20,0	18,6	19,6	22,3

Ns = Não-significativo; e # * e ** significativos a 10, 5 e 1% respectivamente, pelo teste F.

Quadro 15 - Biomassa do lenho, da casca, da folha, do galho e da serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, no município de Itararé-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
			t ha ⁻¹					
	0	0	3,9 (±0,2)	8,2 (±1,6)	132,7 (±2,6)	10,8 (±0,5)	143,5 (±2,8)	16,9 (±3,7)
K ₂ O	150	E1	4,6 (±1,0)	8,4 (±1,9)	149,3 (±8,5)	13,5 (±2,2)	162,8 (±10,6)	18,6 (±3,3)
	150	E2	3,7 (±0,2)	8,3 (±0,9)	136,8 (±11,1)	12,2 (±1,4)	149,0 (±11,3)	18,4 (±2,7)
	150	p	4,3 (±0,7)	9,3 (±2,6)	151,5 (±22,0)	13,3 (±1,3)	164,8 (±23,3)	19,2 (±1,9)
	300	E1	2,9 (±1,3)	8,1 (±1,9)	133,2 (±21,8)	11,5 (±2,6)	144,7 (±24,3)	18,2 (±0,5)
	300	E2	3,5 (±0,4)	7,9 (±3,0)	128,6 (±7,2)	11,6 (±1,5)	140,3 (±7,4)	17,2 (±2,3)
	300	p	3,7 (±1,2)	7,6 (±1,5)	140,8 (±12,0)	12,8 (±1,0)	153,6 (±12,5)	17,9 (±3,4)
	N	75	E1	3,4 (±1,1)	7,2 (±3,2)	160,3 (±13,7)	14,7 (±1,5)	175,0 (±15,0)
75		E2	4,1 (±1,7)	8,7 (±1,6)	156,8 (±22,2)	14,3 (±2,0)	171,1 (±24,1)	21,7 (±3,0)
75		p	3,3 (±1,2)	7,1 (±1,4)	136,5 (±21,2)	13,7 (±1,6)	150,2 (±22,3)	20,5 (±3,1)
150		E1	4,4 (±0,8)	6,8 (±0,2)	152,1 (±32,6)	13,5 (±3,0)	165,6 (±35,0)	21,2 (±4,6)
150		E2	3,5 (±0,8)	6,3 (±0,4)	150,0 (±16,7)	14,3 (±3,3)	164,3 (±19,9)	19,1 (±5,6)
150		p	3,6 (±0,8)	6,5 (±1,3)	128,1 (±18,3)	13,1 (±3,0)	141,3 (±21,3)	20,0 (±5,8)
N+K ₂ O	75+150	E1	4,4 (±1,0)	7,0 (±1,0)	137,7 (±24,9)	12,6 (±2,2)	150,3 (±27,0)	20,9 (±3,3)
	75+150	E2	3,4 (±1,0)	8,7 (±0,4)	156,4 (±37,8)	13,0 (±3,6)	169,5 (±41,3)	22,8 (±1,2)
	75+150	p	3,7 (±2,3)	8,5 (±3,6)	156,7 (±18,6)	13,2 (±1,6)	169,8 (±19,9)	21,1 (±1,4)
	300+600	p	3,8 (±1,6)	7,6 (±3,1)	147,1 (±35,5)	13,2 (±1,7)	160,2 (±36,1)	21,0 (±4,9)

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 30 e 42 meses após o plantio, respectivamente; p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 16 - Análise de variância para os contrastes da biomassa dos componentes das plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM					
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,08ns	0,01ns	139,41ns	6,99ns	208,84ns	4,81ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	2,87ns	2,70ns	612,22ns	4,64ns	723,41ns	4,14ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,08ns	1,66ns	142,75ns	0,42ns	158,74ns	0,96ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,43ns	0,30ns	195,40ns	3,16ns	248,27ns	0,07ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,06ns	0,13ns	219,42ns	0,94ns	249,08ns	1,05ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,10ns	3,19ns	551,04ns	24,48*	807,78ns	25,30ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,21ns	6,14ns	271,63ns	1,68ns	316,01ns	0,16ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,38ns	1,34ns	971,22ns	1,30ns	1043,59ns	1,77ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,34ns	0,00ns	1052,38ns	1,08ns	1120,94ns	0,02ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,03ns	0,66ns	24,43ns	0,14ns	20,92ns	3,42ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,08ns	0,63ns	105,11ns	0,48ns	119,73ns	0,39ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	0,04ns	7,13ns	678,48ns	10,93ns	861,62ns	50,16*
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,00ns	0,46ns	23,26ns	0,11ns	20,13ns	0,85ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,12ns	0,95ns	184,59ns	0,23ns	197,81ns	1,06ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,05ns	1,24ns	138,82ns	0,00ns	138,86ns	0,03ns
Resíduo	34	1,32	4,11	459,73	4,67	535,61	11,54
CV (%)		30,3	26,1	14,8	16,6	14,7	17,4

Ns = Não-significativo e * significativo a 5%, pelo teste F.

Quadro 17 - Biomassa do tronco (lenho + casca), da folha, do galho e da serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Serapilheira
			t ha ⁻¹					
-	0	0	2,3 (±0,2)	4,5 (±0,4)	79,1 (±7,4)	8,7 (±1,9)	87,8 (±9,4)	23,0 (±0,7)
K ₂ O	75	E1	2,6 (±0,3)	4,4 (±0,4)	90,2 (±9,7)	9,4 (±1,6)	99,5 (±11,0)	23,97 (±2,0)
	150	E1	2,2 (±0,3)	5 (±0,0)	90,1 (±8,8)	10,6 (±1,4)	100,7 (±10,2)	22,93 (±0,9)
N	75	E1	2,4 (±0,2)	3,8 (±0,6)	76,9 (±3,7)	8,6 (±1,0)	85,5 (±3,0)	21,77 (±0,8)
	75	p	2,1 (±0,5)	4,4 (±0,5)	73,2 (±1,4)	9,3 (±0,4)	82,4 (±1,0)	21,13 (±1,3)
N +K ₂ O	75+75	E1	2,4 (±0,3)	4,3 (±0,4)	85,1 (±020)	9,7 (±0,8)	94,8 (±2,3)	25,67 (±1,2)

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; p – aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio; e número entre parênteses = erro-padrão da média.

Quadro 18 - Análise de variância para os contrastes testados da biomassa nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou K em Santa Bárbara-MG

FV	GL	QM					
		Folha	Galho	Casca	Lenho	Tronco	Serapilheira
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	0,03ns	0,08ns	3,20ns	244,40ns	303,57ns	0,41ns
T ₁ vs T ₂	1	0,24ns	0,44ns	2,18ns	0,01ns	1,97ns	1,62ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	0,00ns	0,29ns	0,10ns	32,52ns	28,97ns	4,76ns
T ₃ vs T ₄	1	0,14ns	0,54ns	0,70ns	21,12ns	14,14ns	0,62ns
T ₀ vs T ₅	1	0,01ns	0,05ns	1,38ns	54,49ns	73,24ns	10,70ns
Resíduo	12	0,31	0,52	5,03	122,87	164,08	4,65
CV(%)		23,7	16,3	24,0	13,4	13,9	9,3

Ns = Não-significativo, pelo teste F.

proporcionou ganhos de biomassa em qualquer um dos três locais estudados. BARROS et al. (1990) relataram que a ausência ou a pequena resposta do eucalipto à aplicação de N é freqüente, e atribuiu à decomposição mais rápida da matéria orgânica do solo, decorrente das práticas de preparo da área, o atendimento da demanda da planta. Essa suposição foi de certa forma confirmada por GAMA-RODRIGUES (1997), que obteve dados que mostraram que a quantidade ciclada de N via biomassa microbiana em plantações de eucalipto seria suficiente para atender à demanda do povoamento após o terceiro ano de seu plantio.

A quantidade de biomassa de tronco em Alambari é próxima à de Itararé, mas bem superior à de Santa Bárbara, o que reflete a maior capacidade produtiva para os dois primeiros sítios, em relação à de Santa Bárbara. A produção das árvores nas parcelas-testemunha foi de 132,2, 143,5 e 87,8 t ha⁻¹ de tronco, em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente.

De modo geral, a biomassa de galhos e folhas das árvores adubadas se assemelha à observada para as árvores não-adubadas. Se houve efeitos da adubação com N e, ou, K nesses componentes, estes ocorreram em idades mais jovens, não mais sendo observados na idade de avaliação do experimento.

Os resultados revelam que, independentemente das doses aplicadas, há maior propensão de serem obtidas respostas quando se adiciona o K, combinado ou não com o N, ainda que as respostas encontradas sejam não-significativas (Quadros 16 a 18).

A despeito de não ocorrerem ganhos significativos ao adicionar o N e, ou, K nos três locais estudados, constataram-se ganhos médios acima de 20 % em algumas situações. Por exemplo, em Alambari a maior dose de K (300 kg ha⁻¹ de K₂O), aplicada aos 37 meses após o plantio, proporcionou ganhos de 27 % na biomassa do tronco e de 22,7 % na biomassa total, quando comparada à testemunha. Ao combinar o K com o N, a magnitude dos ganhos não se alterou significativamente, tendo a dose de 150 kg de K₂O + 75 kg de N, aplicada aos 25 meses, permitido um aumento de 29,1 % na biomassa de tronco e de 28,4 % na total, em relação à testemunha.

O parcelamento das doses de N e, ou, K também não se mostrou efetivo. Em Alambari, onde o solo é mais arenoso, era de se esperar que parcelamento das doses de N e, ou, K pudesse propiciar maior ganho em biomassa, conforme sugerido por GUERRINI (1990). No entanto, não foram constatadas respostas ao parcelamento desses nutrientes, à semelhança do observado no ensaio de Itararé e Santa Bárbara.

Os resultados demonstram que mesmo em solos com baixo teor de matéria orgânica, como os de Alambari, a decomposição desta e, ou, de outras entradas de N no sistema seria suficiente para atender à demanda de plantios

com produtividade de cerca de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Por outro lado, em solos com teores de K semelhantes aos verificados neste estudo, o eucalipto apresenta boa probabilidade de resposta à adubação potássica.

A produção de serapilheira seguiu, basicamente, o mesmo padrão observado para a biomassa da parte aérea e não foi significativamente influenciada pela aplicação de N e, ou, K em nenhum dos três locais.

3.3. Teor e conteúdo de nutrientes na biomassa

A análise química de tecidos vegetais tem sido adotada para avaliar a necessidade de adubação do solo. As folhas são os componentes normalmente escolhidos, por expressarem mais fielmente o estado nutricional das plantas, permitindo fazer inferências sobre a disponibilidade de nutrientes no solo (MALAVOLTA, 1992).

Os teores N nos componentes de plantas de *E. grandis* e na serapilheira, de modo geral, não foram influenciados pela aplicação de N e, ou, K em nenhum dos três locais (Quadros 19 a 21). Esses resultados demonstram que o suprimento natural de N para as plantas em Alambari, Itararé e Santa Bárbara foi satisfatório, uma vez que as concentrações de N nas plantas-testemunha foram semelhantes às das árvores adubadas.

As concentrações de N nas folhas do eucalipto em Alambari foram superiores às observadas em Itararé e Santa Bárbara e semelhantes nos dois últimos locais. No entanto, essas concentrações estão numa faixa considerada adequada para eucalipto em qualquer dos três locais (GONÇALVES, 1995). Em Alambari, as concentrações de N nas folhas foram maiores do que as relatadas por SANTANA (1994) para *E. grandis*, em áreas próximas a esse local. Ressalta-se que o autor encontrou boas produtividades, algo em torno de 132 t ha⁻¹ de biomassa de tronco.

A aplicação de K elevou os teores deste nutriente em todos os componentes das plantas, principalmente nas folhas. Apesar de

apresentarem menores produtividades, as plantas de *E. grandis* em Santa Bárbara tiveram

Quadro 21 - Teores de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 12 e 24 ou aos 12 e 24 meses após o plantio, em Santa Bárbara-MG

Componente	Test	K ₂ O		N		K ₂ O + N
		75	150	75	p	75+75
		dag kg ⁻¹				
Nitrogênio						
Folha	1,68	1,76	1,66	1,50	1,72	1,66
Galho	0,45	0,47	0,39	0,46	0,40	0,41
Lenho	0,11	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12
Casca	0,36	0,34	0,33	0,34	0,33	0,34
Tronco	0,47	0,48	0,45	0,46	0,45	0,46
Serapilheira	0,68	0,71	0,65	0,67	0,67	0,73
Fósforo						
Folha	0,10	0,10	0,10	0,09	0,11	0,10
Galho	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
Lenho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casca	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
Tronco	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
Serapilheira	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Potássio						
Folha	0,73	0,82	0,88	0,53	0,85	0,82
Galho	0,35	0,37	0,34	0,23	0,36	0,33
Lenho	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06
Casca	0,49	0,56	0,53	0,36	0,42	0,49
Tronco	0,54	0,62	0,57	0,41	0,48	0,55
Serapilheira	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05
Cálcio						
Folha	0,52	0,50	0,54	0,47	0,52	0,60
Galho	0,34	0,34	0,28	0,31	0,21	0,40
Lenho	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04
Casca	0,49	0,46	0,36	0,44	0,51	0,48
Tronco	0,52	0,49	0,38	0,47	0,54	0,52
Serapilheira	0,38	0,34	0,34	0,36	0,35	0,34
Magnésio						

Folha	0,23	0,18	0,20	0,22	0,24	0,22
Galho	0,10	0,07	0,06	0,10	0,05	0,11
Lenho	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Casca	0,11	0,13	0,08	0,12	0,10	0,17
Tronco	0,12	0,14	0,09	0,13	0,11	0,18
Serapilheira	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; e p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio

teores de K na parte aérea (folha, galho, casca e lenho) maiores do que os observados em Alambari e Itararé, mesmo para as árvores-testemunha, o que indica que havia boa disponibilidade natural de K para as plantas nesse local.

Os teores de P Ca e Mg na biomassa não foram influenciados pela aplicação de N e, ou, K (Quadros 19 a 21). Os maiores teores de P encontrados em Alambari estão relacionados à aplicação de FAPS no plantio. Em Santa Bárbara, os teores de Ca e Mg no tronco foram menores do que em Alambari e Itararé, indicando haver restrições ao fornecimento desses nutrientes para as plantas no local, fato também constatado por LEITE (1996) e GATO (2000).

De modo geral, os conteúdos de N no lenho e na biomassa total das árvores adubadas apresentaram valores próximos aos das testemunhas, em Alambari e Itararé (Quadros 22 e 23). Já em Santa Bárbara, os conteúdos de N no lenho e na biomassa total foram bem superiores aos da testemunha, apenas para os tratamentos em que foi adicionado o K (Quadro 24), refletindo uma produção de biomassa ligeiramente superior à encontrada nos tratamentos em que este nutriente não foi aplicado. Os teores de N na biomassa para esses tratamentos foram maiores do que os da testemunha, principalmente para a dose de 75 kg ha⁻¹ de K₂O (Quadro 21), o que pode estar indicando a limitação de crescimento por outro nutriente, possivelmente o Ca. Os conteúdos de N nas folhas e nos galhos, em Alambari e Itararé, apresentaram pequenas diferenças, sendo, de modo geral, superiores aos valores encontrados em Santa Bárbara.

Estas diferenças são reflexos da menor quantidade de biomassa em Santa Bárbara.

Em Alambari e Itararé, não foram constatadas diferenças no conteúdo de N na biomassa ao adicionar o N nas doses de 75 ou 150 kg ha⁻¹. O mesmo ocorreu quando o N foi combinado com o K; o parcelamento das doses de N também não surtiu efeito, bem como a aplicação em duas épocas distintas (Quadros 22 e 23).

No ensaio de Santa Bárbara, testou-se apenas o parcelamento do N, procedimento que não proporcionou diferenças no conteúdo de N da biomassa.

Considerando os conteúdos médios da parte aérea em Alambari e Itararé, as plantas de *E. grandis* acumularam maior quantidade de N na biomassa,

aproximadamente 220 kg ha⁻¹. Em Santa Bárbara o acúmulo foi menor, 131 kg ha⁻¹, o que reflete a menor produção de biomassa. Estes valores são inferiores aos citados por REIS e BARROS (1990), para sítios de alta produtividade, e próximos aos relatados por SANTANA (1994), que encontrou em áreas próximas a Alambari e Itararé valores acumulados em torno de 200 kg ha⁻¹, para uma produção de biomassa de tronco semelhante (133 t ha⁻¹). Assim, pode-se inferir que a ausência de respostas, neste trabalho, ao aplicar o N via fertilizante, deve-se à boa disponibilidade natural desse nutriente nas regiões estudadas.

A adição do K influenciou o conteúdo deste nutriente na biomassa de *E. grandis*, em Alambari, Itararé e Santa Bárbara (Quadros 22 a 24). Em termos médios, as plantas de *E. grandis* acumularam 141,0, 149,0 e 99,0 kg ha⁻¹ de K no tronco, em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente, enquanto as testemunhas acumularam 95 kg ha⁻¹ de K em Alambari e Itararé e 82 kg ha⁻¹ de K. Portanto, enquanto o K acumulado nas plantas adubadas foi, aproximadamente, 50 % maior do que na testemunha, em nenhuma situação a diferença de biomassa total foi superior a 23 %.

Em Alambari, o acúmulo de K na árvore foi proporcional à dose aplicada (Quadro 22). No ensaio de Itararé, não foram constatadas diferenças entre as doses de K (Quadro 23). O parcelamento das doses também não se refletiu no

conteúdo deste nutriente na biomassa, indicando que a eficiência da planta em absorver o K teria sido semelhante nos dois tratamentos (Quadros 22 a 24).

A época de aplicação do fertilizante potássico não influenciou o conteúdo de K na biomassa, em Alambari e Itararé (Quadros 22 a 24). Ao combinar o N com o K, o conteúdo de nutrientes na biomassa foi maior quando o K foi aplicado aos 25 meses em Alambari e aos 42 meses, em Itararé. O maior acúmulo de K na biomassa para os tratamentos em que este nutriente foi aplicado, quando comparado à testemunha, não se refletiu em maior crescimento por parte das plantas, confirmando que a disponibilidade natural de K foi suficiente para a obtenção da produtividade de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

Quadro 24 - Conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 12 e 24 ou aos 12 e 24 meses após o plantio, em Santa Bárbara-MG

Componentes	Test.	K ₂ O		N		K ₂ O + N
		75	150	75		75+75
		E1	E1	E1	p	p
kg.ha ⁻¹						
Nitrogênio						
Folha	38,3	45,3	36,5	36,6	37,7	38,6
Galho	20,5	20,4	19,3	17,5	17,4	17,8
Lenho	86,9	121,3	108,6	89,9	85,5	104,7
Casca	30,4	30,8	34,5	29,2	30,5	32,9
Tronco	117,4	152,1	143,1	119,1	116,0	137,6
Serapilheira	154,9	168,5	148,8	146,4	141,2	185,9
Total	331,0	386,2	347,8	319,6	312,2	379,8
Fósforo						
Folha	2,2	2,5	2,2	2,2	2,3	2,3
Galho	1,7	1,8	1,7	1,5	1,6	1,7
Lenho	1,1	1,6	0,9	1,6	2,3	2,0
Casca	3,2	3,6	3,2	3,2	4,7	3,7
Tronco	4,3	5,2	4,1	4,8	6,9	5,7
Serapilheira	2,7	3,6	2,9	3,3	2,4	3,1

Total	10,8	13,2	10,8	11,8	13,3	12,8
Potássio						
Folha	16,8	21,4	19,1	12,9	16,9	18,9
Galho	15,6	16,1	17,0	9,1	15,0	14,4
Lenho	40,7	53,8	40,3	39,6	40,0	49,1
Casca	41,5	52,0	54,4	29,2	38,6	47,4
Tronco	82,1	106,7	94,7	68,8	78,7	96,5
Serapilheira	11,1	11,8	10,1	10,4	10,4	13,0
Total	125,6	156,0	140,9	101,2	120,9	142,8
Cálcio						
Folha	11,9	12,9	11,8	11,5	10,4	14,3
Galho	15,4	15,1	13,7	11,9	9,0	16,8
Lenho	25,0	28,7	21,5	20,3	21,6	30,0
Casca	43,3	41,0	36,7	36,8	46,6	46,4
Tronco	68,4	69,7	58,2	57,0	68,2	76,4
Serapilheira	85,9	81,9	77,9	77,3	74,2	86,8
Total	181,6	179,6	161,6	157,7	161,8	194,2
Magnésio						
Folha	5,2	4,8	4,6	5,4	5,0	5,4
Galho	4,4	3,3	3,0	4,0	2,3	4,9
Lenho	5,7	6,5	5,0	5,4	6,0	8,4
Casca	9,5	11,7	9,0	9,8	9,1	15,9
Tronco	15,2	18,2	14,0	15,1	15,1	24,3
Serapilheira	16,1	14,4	14,2	15,2	14,4	19,3
Total	40,9	40,8	35,9	39,7	36,8	53,9

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 12 e 24 meses após o plantio, respectivamente; e p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio.

Os conteúdos de P, Ca e Mg na parte aérea não foram afetados significativamente pela aplicação de N e, ou, K, nos três locais estudados. As quantidades de P, de Ca e de Mg acumuladas no tronco, pelas plantas de *E. grandis*, variaram para os três ensaios. Em Alambari, aos 94 meses, os valores médios foram 30,1, 190,2 e 52,2 kg ha⁻¹ de P, Ca e Mg, respectivamente. Em Itararé, aos 98 meses, foram de 12,3, 269,7 e 58,6 kg ha⁻¹ de P, Ca e Mg, respectivamente. Observa-se que a acumulação de P no tronco, em Alambari, foi bem superior à de Itararé, o que se deve, provavelmente, à maior disponibilidade de P no solo em Alambari, conforme demonstrado no Quadro 31, decorrente da aplicação de FAPS e da textura arenosa do solo desse local, o que resulta em maior concentração de P em solução (NOVAIS e SMITH, 1999).

As quantidades de P e Ca acumulados no tronco em Itararé são inferiores às relatadas por SANTANA (1994), em regiões próximas a este ensaio.

Em Santa Bárbara, aos 84 meses, a quantidade de P, Ca e Mg acumulados no tronco foi, respectivamente: 5,2, 66,3 e 17,0 kg ha⁻¹. Os menores conteúdos desses nutrientes nas plantas em Santa Bárbara (Quadro 24) evidenciam que um ou mais nutrientes teriam limitado o crescimento das plantas, pois seus teores no solo (Quadro 33) se encontram bem abaixo dos níveis críticos para manutenção de um crescimento adequado, 4,1 mg dm⁻³ para P e 0,30 e 0,07 cmol_c dm⁻³ para Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, para uma produtividade em torno de 30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (BARROS et al., 1997). Teores muito baixos de Ca²⁺ e Mg²⁺ são comuns na região de Santa Bárbara (LEITE, 1996, 2000; AMARAL, 2000; GATTO, 2000).

Os teores de Ca na casca podem ser utilizados como indicativos da disponibilidade deste nutriente para as plantas. Por exemplo, em Alambari e em Itararé 62 % do Ca absorvido encontra-se na casca, já em Santa Bárbara esse valor é de 45 %. Relacionando o baixo teor de Ca²⁺ no solo com o conteúdo deste nutriente alocado na casca, observa-se que em Santa Bárbara esses teores foram menores do que os normalmente encontrados na literatura. Deste modo, pode-se inferir que, provavelmente, o Ca é o nutriente que mais limitou a produtividade na região de Santa Bárbara.

A aplicação de N e, ou, K, independentemente da técnica adotada, não influenciou significativamente o conteúdo de nutrientes na serapilheira (Quadros 22 e 23). O conteúdo de nutrientes na serapilheira reflete, de certa forma, o conteúdo da parte aérea, tendo sido semelhante em Alambari e Itararé e mais baixo em Santa Bárbara. Os menores conteúdos de Ca e Mg na serapilheira refletem o status destes nutrientes no solo, sendo seus teores inferiores aos preconizados por BARROS et al. (1997). O baixo conteúdo de K na serapilheira pode ser explicado pelo fato de este nutriente ser perdido logo no início do processo de decomposição, pois não está ligado a nenhum componente estrutural das plantas. Segundo PEREIRA (1990), 75 % de todo K da serapilheira é perdido nos primeiros seis meses de decomposição.

3.4. Coeficiente de utilização biológico (CUB)

De modo geral, independentemente da dose, forma e época de aplicação, o CUB do tronco (BARROS et al., 1986) para o N, considerando os tratamentos em que este nutriente foi aplicado, apresentou valores próximos ao da testemunha (Quadros 25, 27 e 29), não sendo significativamente influenciado pela aplicação de N (Quadros 26, 28 e 30) A exceção ocorreu em Itararé, onde o CUB, para a dose 150 kg ha⁻¹, foi maior (Quadro 25).

Em Alambari e Santa Bárbara, os valores dos CUBs para o N foram menores que o crítico adotado pelo NUTRICALC (BARROS et al., 1995), em todos os tratamentos. Os elevados conteúdos de N encontrados na biomassa total de *E. grandis* no final da rotação, mesmo para as plantas-testemunha, cerca de 450 kg ha⁻¹ em Alambari e 350 kg ha⁻¹ em Santa Bárbara, demonstram que as plantas tiveram suprimento de N comparável com os dos sítios de boa produtividade (REIS e BARROS, 1990; SANTANA, 1994; LADEIRA, 1999), o que, de certo modo, explica os menores valores de CUB e a conseqüente ausência de resposta à aplicação de N.

No ensaio de Itararé a adição de N, independentemente da dose e da forma de aplicação (Quadro 27), elevou os valores de CUB para o N. Com base no

Quadro 25 - Coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

Fertilizante	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	N	K	Ca	Mg	P
			kg de biomassa/kg de nutrientes				
-	0	0	660	1.397	675	2.833	5.575
K ₂ O	150	E1	616	1.246	765	2.433	3.373
	150	E2	642	1.111	755	2.730	5.023
	150	p	614	1.101	880	2.514	4.068
	300	E1	635	875	817	3.282	5.750
	300	E2	617	1.007	810	2.991	5.270
	300	p	622	905	749	3.281	7.072
	75	E1	599	1.469	732	2.968	5.776

N	75	E2	660	1.376	636	3.031	4.956
	75	p	610	1.220	684	2.856	4.380
	150	E1	624	1.719	706	2.753	5.694
	150	E2	574	1.662	691	2.725	5.176
	150	p	575	1.551	646	2.596	3.447
N+K ₂ O	150+75	E1	636	1.259	911	2.681	5.903
	150+75	E2	642	1.003	727	2.578	4.370
	150+75	p	682	1.238	999	2.268	5.937
	600+300	p	667	951	986	3.196	5.362
Crítico ^{1/}	-	-	800	1.000	600	3.000	10.000

^{1/} Crítico segundo o NUTRICALC (BARROS et al., 1995).

Quadro 26 - Análise de variância para os contrastes do coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM				
		N	K	P	Ca	Mg
T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	3232,76ns	325741,40*	596451,00ns	37885,57ns	3866,60ns
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	5,46ns	224998,20*	15832892,00*	289,71ns	1760234,00*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	427,76ns	11990,09ns	33709,00ns	28759,91ns	9139,30ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	27,87ns	2492,66ns	4882440,00ns	8211,44ns	42045,40ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	40,56ns	6,59ns	1025661,00ns	207,82ns	24,90ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	104,90ns	57343,89ns	13535321,00*	25617,95ns	882797,00ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	7144,85*	27186,54ns	1152826,00ns	157,20ns	344,50ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	4590,05#	376131,00*	315800,00ns	41,34ns	304734,10ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	788,79ns	81475,49ns	1943287,00ns	0,01ns	41025,10ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	1167,76ns	38783,02ns	7906070,00ns	5578,94ns	40987,60ns
T ₉ vs T ₁₂	1	95,78ns	16910,59ns	1343596,00ns	9310,71ns	882,20ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	1817,31ns	164174,50*	1306425,00ns	2189,28ns	101544,00ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	23,17ns	96220,77#	79128,00ns	128382,30#	55667,50ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	397,39ns	104445,40#	3892,00ns	25606,02ns	1060148,00#
T ₁₅ vs T ₁₆	1	3698,71ns	23034,63ns	1281637,00ns	64730,30ns	260857,80ns
Residuo	34	1621,40	28996,64	3268715,00	34136,12	355862,80
CV (%)		6,4	13,7	35,3	23,8	21,2

Ns = Não-significativo; e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 27 - Coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

Fertilizante	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	N	K	Ca	Mg	P
			----- kg de biomassa/kg de nutrientes -----				
-	0	0	644	1.549	590	3.135	13.203

K ₂ O	150	E1	635	1.203	601	2.470	13.524
	150	E2	660	841	1.025	3.049	14.171
	150	p	623	1.161	713	2.737	18.462
	300	E1	637	922	752	2.694	11.298
	300	E2	635	906	535	2.401	11.735
	300	p	708	1.145	571	2.861	20.319
N	75	E1	732	1.565	602	2.842	10.649
	75	E2	724	1.378	503	2.598	13.116
	75	p	773	1.393	691	2.939	13.098
	150	E1	841	1.723	751	2.747	10.025
	150	E2	837	1.790	545	2.533	19.685
	150	p	854	1.545	692	2.889	14.826
N+ K ₂ O	150+75	E1	852	1.378	827	2.855	12.326
	150+75	E2	860	1.136	549	2.499	19.000
	150+75	p	836	1213	854	3.546	20.899
	600+300	p	808	941	684	2.839	16.505
Crítico ^{1/}	-	-	800	1.000	600	3.000	12.000

^{1/} Crítico, segundo o NUTRICALC (BARROS et al., 1995).

Quadro 28 - Análise de variância para os contrastes do coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM				
		N	K	P	Ca	Mg
T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	68,16ns	693015,30*	7567436,00ns	30832,21ns	482694,80ns
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	1900,43ns	26951,71ns	3938796,00ns	115550,00ns	44985,50ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	1209,48ns	38548,47ns	42591500,00ns	20207,03ns	944,60ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	10295,89*	106792,10ns	154955504,00#	10391,44ns	196250,00ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	385,04ns	106809,20ns	881174,00ns	32065,31ns	61328,50ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	10780,82*	378,94ns	5167329,00ns	29942,72ns	22818,00ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	57166,08*	769,63ns	340171,00ns	4268,58ns	365592,10ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	45873,07*	260881,30#	29435168,00ns	18390,94ns	22087,40ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	4081,67#	12606,64ns	2951660,00ns	38449,86ns	95644,20ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	427,77ns	89224,20ns	1688,00ns	3843,91ns	123880,30ns
T ₉ vs T ₁₂	1	108,30ns	10824,02ns	110300384,00#	69849,47ns	156829,70ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	9744,12*	35065,60ns	4480573,00ns	0,78ns	3739,40ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	90981,18*	349715,20*	38017288,00ns	46003,67ns	96320,10ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	770,89ns	203502,50ns	1835765,00ns	7883,03ns	36734,90ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	770,89ns	3892,49ns	54820336,00ns	54851,33ns	1511426,00*
Residuo	34	1336,38	72700,98	38515908,00	80065,59	328189,90
CV (%)		4,9	21,0	41,7	41,9	20,4

Ns = Não-significativo; e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 29 - Coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

Fertilizante	Dose	Época	kg de biomassa/kg de nutrientes ----				
			N	K	Ca	Mg	P
-	0	0	745	1.145	1.370	5.823	21.847
K ₂ O	75	E1	654	940	1.451	5.539	20.756
	150	E1	702	1.080	1.727	7.702	25.353
N	75	E1	718	1.279	1.557	6.321	19.448
	75	p	711	1.065	1.216	5.724	13.525
N+K ₂ O	75+75	p	692	1.020	1.287	4.041	16.547
Crítico ^{1/}	-	-	800	1.000	600	3.000	12.000

^{1/} Crítico segundo o NUTRICALC (BARROS et al., 1995).

Quadro 30 - Análise de variância para os contrastes do coeficiente de utilização biológico (CUB) para plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em santa Bárbara-MG

FV	GL	QM				
		N	K	P	Ca	Mg
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	8946,82 [#]	36492,96n	2913842,0ns	95873,64n	1271511,00n
T ₁ vs T ₂	1	3502,68ns	29326,00n	31706508,0n	114048,70	7021122,00n
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	1877,81ns	57473556,0n	550,79ns	79509,00ns	
T ₃ vs T ₄	1	80,66ns	68453,46n	52628776,0n	174429,00	534258,00ns
T ₀ vs T ₅	1	4147,23ns	23446,62n	42141876,0n	10356,93n	4761751,00n
Resíduo	12	2517,54	46397,52	33223356,0	79748,70	2464307,00
CV (%)		7,1	19,8	29,4	19,7	26,8

Ns = Não-significativo e* significativo a 5%, pelo teste F.

relatado anteriormente para Alambari e Santa Bárbara, conclui-se que tal comportamento não era esperado. Uma das hipóteses seria de que nos tratamentos em que o N foi aplicado houve maior crescimento do sub-bosque, quando comparado à testemunha. Deste modo, a de mato-competição teria sido acentuada, provocando a imobilização de grande parte do nutriente, com conseqüente diminuição de sua disponibilidade para as plantas, o que elevou os valores de CUB mesmo para as doses mais altas de N. SCHENEIDER (1993) relatou que o processo de mato-competição pode ser considerado o fator biológico de maior importância no manejo da floresta, pois determina diretamente a intensidade, o tipo e a época de aplicação das intervenções silviculturais.

Os valores do CUB para o K em Alambari e Itararé foram maiores do que o crítico, mesmo para os tratamentos em que este nutriente foi aplicado. Em Santa Bárbara, o CUB do K para as árvores adubadas se igualou ao crítico.

A grande diferença entre o CUB e o K para os tratamentos em que não foram aplicados o K e o CUB crítico adotado pelo NUTRICALC (BARROS et al., 1995), em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, indica que, provavelmente, o K pode estar limitando a produtividade, uma vez que no final do ciclo o teor deste nutriente no solo (Quadros 31 a 33) se encontra abaixo do nível crítico para a manutenção (NOVAIS et al., 1986). Tal fato indica ainda, de acordo com os teores do nutriente no solo, que a produtividade do ciclo seguinte seria limitada pelo K, a menos que um fertilizante seja aplicado.

Em Alambari e Itararé, o aumento da dose de K reduziu o valor do CUB-K. O parcelamento das doses de N e K reduziu os valores do CUB na dose de

150 kg ha⁻¹ de K₂O, em Itararé, e quando se combinou 75 kg de N + 150 kg de K₂O por ha, em Alambari e Itararé. Os menores valores de CUB de K observados podem ser explicados pela maior disponibilidade do nutriente, quando o K foi adicionado.

De modo geral, em Alambari e Itararé os valores de CUB para o P, Ca e Mg não foram afetados pela adição do N e, ou, K (Quadros 25 e 27). O mesmo não ocorreu em Santa Bárbara (Quadro 29), onde os valores de CUB para esses

Quadro 31 - Características químicas do solo sob floresta de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, em Alambari-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+A	CO	
					mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	dag kg ⁻¹	
-	0	0	0-10	4,1	56,7	17,3	3	0,099	1,3	4,5	0,7	
			10-20	4,2	39,7	9,3	1	0,058	1,1	3,4	0,4	
			20-40	4,2	9,8	12,3	6	0,031	1,0	2,9	-	
			40-60	4,2	0,5	9,3	2	0,025	1,1	2,8	-	
			60-100	4,1	0,3	13,7	7	0,016	1,1	2,6	-	
			10-100	4,1	0,3	13,7	7	0,016	1,1	2,6	-	
	K ₂ O	150	E1	0-10	4,1	29,9	24,7	5	0,067	1,3	4,0	0,3
				10-20	4,3	20,8	15,0	3	0,033	1,1	2,9	0,3
				20-40	4,2	2,5	9,7	8	0,018	1,0	2,6	-
				40-60	4,2	0,5	16,7	5	0,014	1,1	2,5	-
				60-100	4,1	0,0	13,0	3	0,014	1,1	2,6	-
				10-100	4,1	0,0	13,0	3	0,014	1,1	2,6	-
-	150	E2	0-10	4,1	186,5	27,3	1	0,077	1,2	4,5	0,5	
			10-20	4,3	78,4	15,7	9	0,037	1,0	3,6	0,8	

						0,02				
		20-40	4,3	11,6	14,0	1	0,027	1,0	2,8	-
						0,01				
		40-60	4,1	0,6	12,0	3	0,016	1,1	3,0	-
		60-				0,01				
		100	4,1	0,2	11,0	1	0,021	1,1	2,4	-
						0,06				
		0-10	4,1	46,4	17,7	8	0,064	1,3	4,6	0,6
						0,02				
		10-20	4,2	27,6	17,0	4	0,030	1,1	3,0	0,5
150	P	20-40	4,2	3,1	9,7	3	0,015	1,1	2,6	-
						0,01				
		40-60	4,1	0,8	8,7	0	0,018	1,0	2,5	-
		60-				0,00				
		100	4,2	0,3	7,7	9	0,029	1,0	2,3	-
				159,		0,07				
		0-10	4,1	1	18,3	5	0,053	1,2	4,3	0,5
						0,01				
		10-20	4,2	31,6	13,7	9	0,023	1,1	3,4	0,4
						0,00				
300	E1	20-40	4,2	4,1	11,0	6	0,014	1,1	2,6	-
						0,00				
		40-60	4,1	0,4	12,7	5	0,012	1,1	2,6	-
		60-				0,00				
		100	4,1	0,1	9,7	1	0,006	1,1	2,4	-
				142,		0,08				
		0-10	4,2	6	20,7	8	0,042	1,1	4,2	0,5
						0,01				
		10-20	4,2	72,5	14,7	5	0,032	1,1	3,5	0,5
						0,02				
300	E2	20-40	4,3	18,6	17,3	1	0,021	1,0	2,6	-
						0,00				
		40-60	4,1	0,7	27,7	1	0,014	1,0	2,3	-
		60-				0,00				
		100	4,1	0,0	9,7	0	0,021	1,1	2,3	-
						0,05				
		0-10	4,2	27,7	25,7	4	0,059	1,2	4,3	0,8
						0,01				
		10-20	4,2	17,3	15,7	0	0,032	1,0	3,1	0,8
						0,00				
300	P	20-40	4,2	18,9	12,0	6	0,019	1,0	2,6	-
						0,01				
		40-60	4,2	0,4	15,3	5	0,028	1,0	2,5	-
		60-				0,00				
		100	4,2	0,2	11,0	3	0,013	1,0	2,3	-

			40-60	4,1	0,4	14,3	0,01	0,011	1,0	2,7	-
							3				
			60-100	4,1	0,1	11,0	0,01	0,010	1,0	2,3	-
							3				
			0-10	4,1	38,6	24,7	0,07	0,068	1,2	4,2	0,7
							3				
			10-20	4,1	26,5	19,7	0,03	0,034	1,1	3,2	0,7
							4				
	150	E2	20-40	4,2	8,7	16,7	0,01	0,023	1,1	3,0	-
							9				
			40-60	4,2	0,4	12,7	0,01	0,037	1,1	2,4	-
							5				
			60-100	4,1	0,1	7,7	0,00	0,022	1,1	2,6	-
							9				
			0-10	4,1	170,3	19,0	0,08	0,073	1,3	4,4	0,7
							9				
			10-20	4,2	71,8	13,7	0,02	0,032	1,1	3,2	0,7
							8				
	150	p	20-40	4,2	22,0	19,3	0,01	0,020	1,0	3,3	-
							9				
			40-60	4,2	0,8	14,7	0,02	0,029	1,1	3,0	-
							0				
			60-100	4,2	0,3	14,3	0,01	0,028	1,0	2,6	-
							3				
			0-10	4,1	40,3	22,3	0,03	0,077	1,2	4,1	0,8
							8				
			10-20	4,3	10,3	19,3	0,01	0,040	1,1	2,8	0,7
							4				
	75+150	E1	20-40	4,1	8,1	10,3	0,00	0,027	1,0	2,9	-
							7				
			40-60	4,1	0,4	17,3	0,00	0,022	1,1	2,6	-
							3				
			60-100	4,1	0,2	9,7	0,00	0,020	1,1	2,6	-
							3				
N + K ₂ O			0-10	4,1	64,9	20,3	0,03	0,066	1,2	4,3	0,8
							9				
			10-20	4,2	32,8	17,3	0,01	0,031	1,0	2,9	0,7
							0				
	75+150	E2	20-40	4,2	4,1	17,3	0,00	0,019	1,0	2,5	-
							3				
			40-60	4,1	0,9	13,7	0,00	0,013	1,0	2,5	-
							1				
			60-100	4,1	0,3	11,7	0,00	0,016	1,1	2,3	-
							1				
	75+150	p	0-10	4,1	68,7	23,3	0,05	0,055	1,2	4,3	1,0
							2				

		10-- 20	4,2	36,0	15,3	0,01 4	0,024	1,1	3,3	0,8
		20-40	4,1	11,7	14,7	0,00 4	0,011	1,0	2,4	-
		40-60	4,1	0,8	17,0	0,00 1	0,016	1,0	2,5	-
		60- 100	4,2	0,0	12,3	0,00 0	0,032	1,0	2,4	-
		0-10	4,1	51,4	16,3	0,04 4	0,034	1,1	3,5	0,9
		10-20	4,2	17,0	13,3	0,01 5	0,020	1,0	3,0	0,7
300+60 0	p	20-40	4,2	6,0	9,7	0,00 5	0,009	0,9	2,3	-
		40-60	4,2	0,7	9,7	0,00 5	0,006	1,0	2,3	-
		60- 100	4,1	0,2	8,0	0,00 2	0,003	1,0	2,4	-

P e K = extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺e Al³⁺ = extrator KCL 1 mol L⁻¹; H + Al - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; pH em H₂O = relação solo:água 1: 2,5; CO = carbono orgânico; E1 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 25 meses após o plantio; E2 - aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 37 meses após o plantio; e p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio.

Quadro 32 - Características químicas do solo sob floresta de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K, em Itararé-SP

Nutriente	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P		K		Ca		Mg		Al		H+Al		CO (dag kg ⁻¹)
					---	3	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
			0-10	4,4	0,1	17,0	0,02	0,116	1,1	8,8	2,4						
			10-20	4,5	0,0	16,3	0,02	0,086	1,1	9,1	2,7						
-	0	0	20-40	4,4	0,0	12,3	0,00	0,040	0,9	8,8	-						

			40-60	4,3	0,0	10,0	0,00	0,025	0,7	7,8	-
			60-100	4,5	0,0	7,3	0,01	0,017	0,4	6,6	-
			0-10	4,4	0,8	20,7	0,06	0,214	1,2	10,3	2,8
			10-20	4,3	0,0	19,0	0,00	0,098	1,2	9,8	2,8
	150	E1	20-40	4,4	0,0	12,7	0,00	0,045	1,0	9,3	-
			40-60	4,4	0,0	13,3	0,00	0,030	0,8	8,3	-
			60-100	4,5	0,0	8,0	0,03	0,018	0,7	7,3	-
			0-10	4,4	0,0	22,0	0,02	0,160	1,5	10,8	3,0
			10-20	4,4	0,0	21,7	0,00	0,076	1,2	10,0	3,0
	150	E2	20-40	4,3	0,0	13,7	0,00	0,042	1,0	9,0	-
			40-60	4,4	0,0	9,3	0,00	0,024	0,7	7,5	-
			60-100	4,5	0,0	7,7	0,00	0,015	0,4	6,3	-
			0-10	4,4	3,3	20,0	0,01	0,103	1,4	10,3	3,2
			10-20	4,3	0,2	17,0	0,00	0,064	1,3	9,8	3,2
	150	p	20-40	4,4	0,0	12,0	0,01	0,036	1,0	8,9	-
			40-60	4,3	0,0	7,7	0,02	0,026	0,7	8,1	-
			60-100	4,4	0,0	5,0	0,00	0,013	0,5	6,6	-
			0-10	4,5	0,4	16,7	0,01	0,163	1,2	9,5	2,7
			10-20	4,4	0,1	14,7	0,00	0,082	1,1	9,3	2,8
	300	E1	20-40	4,4	0,0	8,0	0,00	0,034	0,9	8,6	-
			40-60	4,4	0,0	7,7	0,00	0,018	0,7	7,4	-
			60-100	4,5	0,0	4,0	0,00	0,010	0,4	6,5	-
	300	E2	0-10	4,4	1,5	18,0	0,10	0,266	1,2	10,1	2,7

			10-20	4,3	0,1	14,0	0,01	0,091	1,2	9,2	2,6
							2				
			20-40	4,4	0,0	12,0	0,00	0,047	1,0	8,9	-
							7				
			40-60	4,4	0,0	7,0	0,00	0,022	0,6	7,2	-
							6				
			60-100	4,5	0,0	6,0	0,00	0,013	0,3	5,8	-
							5				
			0-10	4,4	0,3	15,3	0,00	0,089	1,4	10,8	3,0
							8				
			10-20	4,3	0,2	16,7	0,01	0,127	1,3	9,9	3,4
							5				
	300	p	20-40	4,4	0,0	8,0	0,00	0,050	1,0	9,0	-
							7				
			40-60	4,4	0,0	4,3	0,00	0,020	0,6	7,6	-
							3				
			60-100	4,3	0,0	4,7	0,00	0,016	0,5	7,1	-
							4				
			0-10	4,5	0,2	15,3	0,04	0,168	1,2	9,6	2,6
							1				
			10-20	4,4	0,0	13,3	0,01	0,078	1,2	9,5	2,7
							3				
	75	E1	20-40	4,4	0,0	8,3	0,00	0,041	0,9	8,6	-
							6				
			40-60	4,4	0,0	5,0	0,00	0,022	0,7	8,2	-
							5				
			60-100	4,5	0,0	4,0	0,00	0,015	0,5	7,1	-
							3				
N			0-10	4,3	0,3	13,7	0,01	0,108	1,3	9,7	2,8
							1				
			10-20	4,3	0,3	12,7	0,00	0,072	1,3	9,8	3,1
							7				
	75	E2	20-40	4,3	0,1	9,3	0,00	0,047	1,2	9,0	-
							3				
			40-60	4,3	0,0	7,3	0,01	0,027	0,9	8,2	-
							5				
			60-100	4,3	0,0	4,0	0,00	0,013	0,5	7,5	-
							2				

Quadro 32, Cont.

Nutriente	Dose	Época	Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO
-----------	------	-------	-------	----	---	---	----	----	----	------	----

	(kg ha ⁻¹)	(mese s)	(cm)	(H ₂ O)	-- mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	(dag kg ⁻¹)		
N	75	p	0-10	4,5	0,1	17,3	0,05	0,242	1,3	10,2	3,1	
							8					
			10-20	4,3	0,0	13,7	0,00	0,118	1,3	10,1	3,1	
							6					
			20-40	4,3	0,0	8,7	0,00	0,050	1,1	8,8	-	
					1							
				40-60	4,4	0,0	6,7	0,00	0,025	0,8	7,7	-
							4					
				60-100	4,4	0,0	4,7	0,00	0,017	0,4	6,0	-
							1					
		150	E1	0-10	4,4	0,3	15,7	0,04	0,154	1,3	9,6	2,5
							0					
	10-20			4,3	0,0	14,0	0,00	0,055	1,3	9,4	2,6	
								0				
	20-40			4,3	0,0	9,7	0,00	0,032	1,2	8,9	-	
							7					
				40-60	4,3	0,0	6,0	0,00	0,015	0,9	7,6	-
							0					
				60-100	4,5	0,0	5,3	0,00	0,012	0,4	6,4	-
							3					
	150	E2	0-10	4,4	0,1	15,7	0,14	0,246	1,2	9,6	2,6	
								6				
10-20			4,5	0,0	13,3	0,02	0,154	1,2	9,4	2,5		
								9				
20-40			4,4	0,0	9,7	0,00	0,048	1,0	8,5	-		
						1						
			40-60	4,4	0,0	5,3	0,00	0,016	0,7	8,1	-	
						0						
			60-100	4,5	0,0	5	0,00	0,013	0,4	6,7	-	
						0						
	150	p	0-10	4,4	0,9	16,0	0,00	0,069	1,3	10,3	2,5	
								0				
10-20			4,4	0,1	12,7	0,00	0,053	1,2	9,5	2,6		
								0				
20-40			4,5	0,0	9,3	0,00	0,023	0,9	8,8	-		
						0						
			40-60	4,4	0,0	6,7	0,00	0,012	0,6	7,8	-	
						0						
			60-100	4,5	0,0	4,7	0,00	0,006	0,4	6,8	-	
						0						
N + K ₂ O 75+150		E1	0-10	4,4	0,1	14,3	0,02	0,093	1,4	10,2	2,5	
							1					

		10-20	4,4	0,5	15,7	0,00	0,065	1,3	9,5	2,4
					4					
		20-40	4,5	0,1	9,3	0,01	0,033	1,0	9,0	-
					0					
		40-60	4,4	0,2	7,7	0,00	0,020	0,8	8,0	-
					6					
		60-100	4,5	0,0	5,0	0,00	0,012	0,4	6,5	-
					7					
		0-10	4,4	0,2	17,7	0,19	0,412	1,2	9,6	2,6
					6					
		10-20	4,3	0,0	15,0	0,01	0,119	1,2	9,2	2,5
					6					
75+150	E2	20-40	4,3	0,4	10,7	0,00	0,056	1,1	9,2	-
					7					
		40-60	4,4	0,0	6,3	0,00	0,022	0,8	7,8	-
					4					
		60-100	4,4	0,0	4,0	0,00	0,010	0,4	6,9	-
					1					
		0-10	4,4	0,3	17,3	0,01	0,098	1,4	10,2	2,6
					0					
		10-20	4,2	0,1	14,7	0,00	0,053	1,4	9,2	2,6
					4					
75+150	p	20-40	4,4	0,4	11,0	0,00	0,036	1,0	9,2	-
					7					
		40-60	4,5	0,0	8,3	0,00	0,019	0,9	8,3	-
					3					
		60-100	4,4	0,0	5,7	0,00	0,012	0,4	6,7	-
					0					
		0-10	4,4	0,4	25,3	0,01	0,132	1,4	9,2	2,6
					3					
		10-20	4,4	0,2	20,3	0,00	0,085	1,2	9,6	2,6
					0					
300+60	P	20-40	4,4	0,0	12,0	0,00	0,041	1,1	8,9	-
0					3					
		40-60	4,4	0,0	10,7	0,00	0,034	0,8	9,0	-
					4					
		60-100	4,5	0,0	6,0	0,00	0,016	0,4	6,1	-
					0					

P e K = extrator Mehlich-1; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} = extrator KCL 1 mol L⁻¹; H + Al - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; pH em H₂O = relação solo:água 1: 2,5; CO = carbono orgânico; E1 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 30 meses após o plantio; E2 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 42 meses após o plantio; e p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio.

Quadro 33 - Características químicas do solo sob floresta de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função da aplicação de N e K, em Santa Bárbara-MG

Nutrient e	Dose (kg ha ⁻¹)	Época (meses)	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CO
					mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	(dag kg ⁻¹)
-	0	0	0-10	4,2	0,5	22,7	0,018	0,043	1,2	6,2	2,6
			10-20	4,1	0,3	18,0	0,007	0,031	1,2	6,2	2,5
			20-40	4,1	0,1	12,3	0,004	0,021	1,0	5,7	-
			40-60	4,2	0,0	7,3	0,005	0,013	0,7	4,7	-
			60-100	4,3	0,0	6,3	0,002	0,009	0,5	3,9	-
K ₂ O	75	E1	0-10	4,2	0,5	24,7	0,026	0,037	1,4	7,6	2,5
			10-20	4,2	0,2	18,0	0,008	0,027	1,1	6,8	2,4
			20-40	4,2	0,0	14,0	0,004	0,019	1,0	5,8	-
			40-60	4,2	0,0	10,0	0,003	0,013	0,6	5,0	-
			60-100	4,3	0,0	6,7	0,003	0,007	0,4	4,0	-
	150	E1	0-10	4,1	0,6	23,0	0,013	0,047	1,4	6,7	2,1
			10-20	4,1	0,3	24,0	0,004	0,033	1,2	5,7	2,2
			20-40	4,1	0,1	11,7	0,005	0,026	1,1	5,4	-
			40-60	4,2	0,0	7,7	0,002	0,017	0,8	4,0	-
			60-100	4,5	0,0	5,7	0,000	0,015	0,4	3,2	-
N	75	E1	0-10	4,1	0,9	21,3	0,000	0,039	1,3	6,0	2,3

				10-20	4,2	0,4	16,3	0,00	0,031	1,1	6,0	2,2	
								0					
				20-40	4,2	0,1	10,3	0,00	0,020	1,1	4,7	-	
								0					
				40-60	4,3	0,0	7,3	0,00	0,013	0,7	4,0	-	
								0					
				60-100	4,3	0,0	4,7	0,00	0,007	0,4	3,1	-	
								0					
				0-10	4,2	0,8	23,7	0,00	0,045	1,3	6,7	2,2	
								7					
				10-20	4,2	0,3	18,0	0,00	0,039	1,2	5,8	2,3	
								5					
		75	p	20-40	4,2	0,0	10,7	0,00	0,025	1,1	4,6	-	
								2					
				40-60	4,3	0,0	7,3	0,00	0,016	0,7	4,1	-	
								1					
				60-100	4,5	0,0	5,3	0,00	0,013	0,5	3,4	-	
								0					
				0-10	4,2	1,0	26,3	0,02	0,046	1,3	6,8	2,7	
								3					
				10-20	4,2	0,6	18,3	0,01	0,036	1,2	5,5	2,5	
								8					
		K ₂ O +N	75+75	E1	20-40	4,2	0,2	14,0	0,01	0,022	1,1	4,9	-
								4					
				40-60	4,2	0,1	10,7	0,01	0,016	0,9	4,4	-	
								1					
				60-100	4,2	0,0	5,0	0,00	0,010	0,6	4,0	-	
								7					

P e K = extrator Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺e Al³⁺ = extrator KCL 1 mol L⁻¹; H + Al = extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0; pH em H₂O = relação solo:água 1: 2,5; CO = carbono orgânico; E1 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 12 meses após o plantio; E2 = aplicação das doses de N e, ou, K₂O aos 24 meses após o plantio; e p = aplicação das doses de N e, ou, K₂O, parceladas aos 12 e 24 meses após o plantio.

nutrientes foram menores do que os da testemunha. É possível que, com a adubação, as raízes das árvores tenham explorado maior volume de solo, absorvendo maiores quantidades desses nutrientes. Em Itararé e Santa Bárbara, os valores de CUB para P, Ca e Mg são superiores aos relatados por TEIXEIRA et al. (1989), MOLICA (1992) e SANTANA (1994).

O CUB do P em Itararé e Santa Bárbara foi bem superior ao observado em Alambari, fato explicado pela textura arenosa do solo desta região, que apresenta menor fator capacidade e menor retenção de umidade, e também pelo elevado teor de P encontrado nos horizontes superficiais no final do ciclo. O somatório desses fatores propiciou maior disponibilidade de P para as plantas e, conseqüentemente, menor valor de CUB para este nutriente.

Os valores de CUB para o Ca em Santa Bárbara são bem elevados, sendo bem maiores do que o CUB crítico. Conforme já discutido, a análise de solo e a menor porcentagem de Ca na casca indicam que este nutriente pode estar limitando a produtividade em Santa Bárbara, uma vez que seu teor no solo é muito baixo (Quadro 33).

3.5. Características químicas

A aplicação de N e, ou, K não propiciou grandes diferenças no teor de K nos solos, em nenhum dos três locais estudados (Quadros 31 a 33). A análise de solos na época de avaliação do experimento mostra que houve apenas pequenas diferenças de local para local. Em Alambari, na camada de 0-20 cm, o teor de K nas parcelas adubadas foi, em média, ligeiramente superior ($18,8 \text{ mg dm}^{-3}$) ao das não-adubadas ($13,3 \text{ mg dm}^{-3}$). Portanto, o teor de K do solo dos três locais, em qualquer profundidade, foi bastante baixo, aquém dos valores considerados críticos por NOVAIS et al. (1986) para produtividades de eucalipto em torno de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Ressalta-se o fato de as amostras de solo terem sido coletadas ao final do experimento, quando quantidades significativas de K já estavam imobilizadas na biomassa. Considerando a quantidade de K

acumulada na biomassa das árvores da parcela-testemunha (95 kg ha^{-1}), distribuída na camada de 0-40 cm, onde se concentra a maior porção de raízes de eucalipto (REIS e BARROS, 1990; SANTANA et al., 1995; GONÇALVES et al., 1997), verificou-se que o teor de K variava de 36 a 40 mg dm^{-3} nos três locais, o que permitiria obter produtividades de $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (NOVAIS et al., 1986). Os maiores teores de nutrientes no solo, no final da rotação, encontram-se nas camadas superficiais (0-20 cm), fato que é frequentemente observado sob povoamentos florestais, em decorrência da ciclagem biogeoquímica. Os teores elevados de P encontrados na camada superficial do solo em Alambari são decorrentes da aplicação de FAPS na época de plantio. Parte do P desse fertilizante encontra-se em forma menos solúvel e é detectada quando o extrator Mehlich-1 é utilizado (NOVAIS e SMITH, 1999).

Em Santa Bárbara, que à semelhança de Itararé possui solo mais argiloso os teores de P foram muito baixos. Nesses locais, os teores de P encontrados na ocasião de avaliação do experimento foram bem abaixo do nível crítico de manutenção para as produtividades conseguidas nestes dois locais, que, segundo BARROS et al. (1997), seria de $4,3 \text{ mg de P dm}^{-3}$.

As análises dos solos para os três ensaios revelaram que os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} são extremamente baixos (Quadros 31 a 33), sendo a situação mais crítica no solo de Santa Bárbara (Quadro 33). Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na camada de 0-20 cm, nos três locais, são bem inferiores aos sugeridos por BARROS et al. (1990) como críticos de implantação. Mais uma vez, ressalta-se o fato de que quantidades consideráveis dos nutrientes estavam imobilizadas na biomassa. Usando a mesma aproximação feita para o K, os teores de Ca^{2+} na camada de 0-40 cm de solo seriam de 0,24, 0,33 e $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ em Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente. Esses teores não permitiriam produtividades superiores a $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (NOVAIS et al., 1986). Considerando a situação atual, a condução da floresta por mais um ciclo de crescimento requer a adição desses nutrientes, para que sejam alcançadas produtividades pelo menos iguais à obtida neste ensaio.

Nos experimentos de Itararé e Santa Bárbara, o teor de carbono orgânico

na camada de 0-20 cm foi bem superior ao observado em Alambari (Quadros 31 a 33). Tal fato decorre do maior teor de argila do solo de Itararé, o que permite a manutenção de maior teor de matéria orgânica no solo (MENDONÇA e LOURES, 1995).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de N e, ou, K, em duas épocas após o plantio, sobre o crescimento, a alocação de biomassa e o conteúdo de nutrientes em *E. grandis*.

Para realização do estudo, foram conduzidos três ensaios, em áreas da Companhia Suzano, nos municípios de Alambari e Itararé-SP, e em áreas da Celulose Nipo-Brasileira - CENIBRA S.A., em Santa Bárbara-MG.

Os dados referentes à biomassa e aos nutrientes, para os componentes da biomassa em povoamentos de *E. grandis*, foram obtidos aos 94, 98 e 84 meses de idade, nos ensaios de Alambari, Itararé e Santa Bárbara, respectivamente. Para o estudo, foi abatida uma árvore de dimensões médias em cada parcela, separando-se os componentes folha, galho, casca e lenho, que foram pesados e secos em estufa a 72 °C, para determinação do peso de matéria seca. Em seguida, procedeu-se à quantificação dos teores e conteúdos de nutrientes nesses componentes. Para determinação dos nutrientes do solo, coletaram-se amostras compostas por parcela, os quais foram estratificados por camadas até 100 cm de profundidade.

Os resultados obtidos não revelaram efeitos significativos, nos níveis de significância adotados, das doses, do parcelamento ou da época de aplicação da adubação nitrogenada e, ou, potássica sobre o volume do tronco e a produção de biomassa, em Alambari e Itararé. Apesar disso, observaram-se acréscimos de até 29 %, em Alambari, e 14 % em Itararé. Em Santa Bárbara, a adição de K propiciou ganhos significativos na produção volumétrica ($p < 0,1$), não havendo, entretanto, diferenças entre as doses de 75 e 150 kg de K_2O por ha.

O conteúdo de K no tronco foi significativamente influenciado pela adição deste nutriente. No entanto, este maior conteúdo não resultou em ganhos significativos de produção de biomassa pelas plantas de eucalipto.

Os resultados evidenciam que os teores iniciais K no solo, em Alambari e Itararé, foram suficientes para atender à demanda do eucalipto, não permitindo obter respostas significativas de produção em resposta à adubação potássica. Contudo, os teores no solo ao final do experimento foram baixos e insuficientes para a manutenção da produtividade no próximo ciclo.

A adição de N não influenciou o conteúdo deste nutriente na biomassa de *E. grandis*, em nenhum dos três locais estudados. Os resultados deste trabalho indicam que a disponibilidade natural de N nos três locais foi suficiente para a demanda das plantas.

Os elevados valores dos CUB para o Ca, superiores ao crítico, e os baixos teores de Ca^{2+} na biomassa e nos solos indicam que este nutriente teria limitado as respostas ao K, em Santa Bárbara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, G. Influência de características químicas e físicas de cinco diferentes solos na zona metalúrgica mineira na produtividade de eucalipto. **Viçosa, MG: UFV, 2000. 98p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.**

ASSOCIATIONS OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC.
Official methods of analysis of the Associations of Official Analytical Chemists. **12.ed. Washington, D.C.: 1975. 1024p.**

BARROS, N.F., NEVES, J.C.L., NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: **GONÇALVES, J.L.M., BENEDETTI, V. Nutrição e Fertilização Florestal.** Piracicaba, SP: IPEF, 2000. 269-286.

BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: **ATTWILL, P.M., ADAMS, M.A (Eds). Nutrition of Eucalyptus.** Collingwood, CSIRO Publishing, 1996. p.335-356.

BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., TEIXEIRA, J.L., FERNANDES FILHO, E.I. NUTRICALC 2.0 - Sistema para cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, v.16, n.1, p.129-131, 1995.

- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **R. Árvore**, v.10, n.1, p.112-120, 1986.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio do eucalipto. In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds). **Relação Solo-Eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p127-186.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. Nutrição e adubação de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.186, p. 70-75. 1997.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., NEVES, J.L.C., LEAL, P.G.L. Fertilizing eucalypt plantations on the Brazilians savannah soils. **South African Forestry Journal**, v.160, p.7-12. 1992.
- BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. Rev. Ceres, v.6, n.1, p.73-85, 1974.**
- DEFELIPO, B.V., RIBEIRO, A.C. Análise química do solo. Metodologia. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1981. 17p. (Boletim de Extensão).
- FARIA, G.E. **Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 49p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- FORD, E.D. The dynamics of plantation growth. In: NAMBIAR, E.K.S.; BOWEN, G.D. (Eds). Nutrition of plantation forests. London, Academic Press, 1984. p.17-52.**
- GALO, M.V. **Resposta do eucalipto à aplicação de potássio em solo de cerrado**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 40p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- GAMA- RODRIGUES, E.F. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto**. Seropédica, RJ: UFRJ, 1997, 108p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.

- GATTO A.** Manejo e do solo em áreas de reforma de florestas eucalipto e seus reflexos na produtividade. **Viçosa, MG: UFV, 2000. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.**
- GAVA, J.L.** Efeito da adubação potássica em plantios de *E. grandis* conduzidos em segunda rotação em solos com diferentes teores de potássio trocável. Série Técnica – IPEF, v.11, n.30, p.89-94, 1997.
- GODINHO, V. P.C., BARROS, N.F., PEREIRA, P.R.G., CANTARUTTI, R.B.,** Crescimento e recuperação de N e K por *Eucalyptus camaldulensis*, cultivado em solo arenoso de cerrado, em resposta ao modo de aplicação de adubo nitrogenado e potássico. In: IUFRO, v. 3, Salvador, 1997. p.98-105.
- GONÇALVES, J.L.M.** Recomendação de adubação para *Eucalyptus, pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Piracicaba: IPEF, 1995. 23p. (Documentos florestais, 15)**
- GONÇALVES, J.L.M, BARROS, N.F., NAMBIAR, E.K.S., NOVAIS, R.F.** Soil management for short - rotation plantations. In: **NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A (Eds).** Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests. **Camberra, ACIAR, 1997. p. 379-417.**
- GUERRINI, I.A.** Recuperação do nitrogênio do sulfato de amônio (¹⁵N) pelo *Eucalyptus grandis* (Hill, Ex. Maiden), em função do modo de aplicação e do tipo de solo. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990, 195p Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990.
- LADEIRA, B.C.** Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp., sob três espaçamentos, em uma seqüência de idades. **Viçosa, MG: UFV, 1999. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, 1999.**

- LEITE, F.P.** Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Viçosa, MG: UFV, 1996. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.**
- LEITE, F. P.** Relações nutricionais e alterações edáficas de solos da região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, pelo cultivo do eucalipto. **Viçosa, MG: UFV, 2000. 66p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.**
- MALAVOLTA, E. **Abc da análise de solos e folhas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 142p.
- MENDONÇA, E.S., LOURES, E.G. **Matéria orgânica do solo -.** Brasília: ABEAS, 1995. 45p. (Modulo V)
- MENGEL, K., KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** Berne: International Potash Institute, 1978. 593p.
- MIRANDA, G.M.; BARROS, N.F.; LEITE, H.G.; COUTO, L, FILHO; M.N. Produtividade de povoamentos de eucalipto em regime de talhadia, em função da adubação parcelada, no vale do Jequitinhonha-MG. **R. Árvore**, v.22, n.1, p.51-59, 1998.
- MOLICA, S.G.** Produção de massa seca e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de eucalipto, em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. **Viçosa, MG: UFV, 1992. 84p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.**
- NOVAIS, R.F., BARROS, N.F., NEVES, J.C.L, COUTO, C.** Interpretação de análises química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus spp.*: níveis críticos de implantação e manutenção. **R. Árvore**, v.10, n.1, p.105-111, 1986.

- NOVAIS, R.F., BARROS, N.F., NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto
In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds). **Relação Solo-Eucalipto**, Viçosa,
MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- NOVAIS, R.F., SMITH, T.J. **Fósforo em Solo e Planta em Condições
Tropicais**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. DPS, 1999. 399p.
- PEREIRA, R.A.** Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos
jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, em região de cerrado.
**Viçosa, MG: UFV, 1990. 167p. Dissertação (Mestrado em Solos e
Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1990.**
- RAIJ, B. van. **Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna**.
Piracicaba: POTAFOS, 1990. 45p.
- REIS, M.G.F., BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto.
In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (Eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa,
MG: Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.
- SANTANA, R.C.** Crescimento e eficiência nutricional de procedências de
Eucalyptus grandis e *Eucalyptus saligna* em sítios do estado de São Paulo.
**Viçosa, MG: UFV, 1994. 73p. Dissertação (Mestrado em Solos e
Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.**
- SANTANA, R.C., CHAVES, R., NOVAIS, R.F., BARROS, N.F.** Modo de
aplicação da adubação de manutenção em povoamentos de *Eucalyptus
grandis*, em áreas da DURATEX S.A., no município de Lençóis
Paulistas -SP. In: **XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA
DO SOLO, 25, Viçosa. Resumos... Viçosa: UFV, 1995. v.2, p.869-870.**
- SCHENEIDER, P.R.** Introdução ao manejo florestal. Santa Maria: UFSM,
1993. 348p.
- STAPE, J.L., BENEDETTI, V. Decréscimo de produtividade e respostas da
brotação do *Eucalyptus grandis* à fertilização com macronutrientes em Areia
Quartzosa no estado de São Paulo-Brasil. In: IUFRO, v. 3, Salvador, 1997.
p.112-117.

SOUZA, D.M.G., RITCHEY, K.D., LOBATO, E., GOEDERT, W.J. Potássio em solo de cerrado, II - Balanço no solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.3, p.31-39, 1979.

TEDESCO, J.M., WOLKEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1985. 188p. (Boletim técnico, 5)

TEIXEIRA, J.L., BARROS, N.F., COSTA, L.M., CAMPOS, J.C.C., LEAL, P.G.L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de duas espécies de eucalipto em diferentes ambientes do Médio Rio Doce, MG. R. Árvore, v.13, n.1, p.34-50, 1989.

VALERI, S.V., ALVARENGA, S.F., MARTINS, M.I.E.G., BANZATO, D.A. Ganhos econômicos com aplicações de nitrogênio, potássio e calcário dolomítico em povoamento de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. In: IUFRO, v.4, Salvador, 1997. p.138-141.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A - Análise de variância para os contrastes testados do teor de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM				
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Serapilheira
Nitrogênio						
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0011ns	0,0042#	0,0004#	0,0006ns	0,0060ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0077ns	0,0021ns	0,0001ns	0,0063*	0,0385*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0056ns	0,0000ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0178#
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0056ns	0,0011ns	0,0000ns	0,0011ns	0,0039ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0879ns	0,0004ns	0,0000ns	0,0004ns	0,0032ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0073ns	0,0006ns	0,0002ns	0,0034ns	0,0025ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0070ns	0,0045*	0,0006*	0,0039#	0,0003ns

T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0471ns	0,0009n	0,0003n	0,0021ns	0,0000ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0670ns	0,0006n	0,0000n	0,0109*	0,0084ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0105ns	0,0000n	0,0000n	0,0001ns	0,0085ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0052ns	0,0013n	0,0001n	0,0026ns	0,0019ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	0,0228ns	0,0001n	0,0000n	0,0003ns	0,0013ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0101ns	0,0063*	0,0000n	0,0020ns	0,0002ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0736ns	0,0002n	0,0004#	0,0002ns	0,0000ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0569ns	0,0033#	0,0002n	0,0019ns	0,0006ns
Resíduo	34	0,0387	0,0011	0,0001	0,0013	0,0059
CV (%)		10,3	9,3	8,1	8,7	12,9

Potássio

T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0816*	0,0241*	0,0006*	0,0778*	0,0004#
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0086ns	0,0078*	0,0013*	0,0361#	0,0000ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0002ns	0,0013ns	0,0000n	0,0003n	0,0000n
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0113ns	0,0056*	0,0000n	0,0016n	0,0001n
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0000ns	0,0003	0,0000n	0,0007n	0,0000n
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0006n	0,0003	0,0000n	0,0054n	0,0000n
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0142n	0,0013	0,0004#	0,0132n	0,0000n
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0016n	0,0014	0,0001n	0,0297#	0,0001n
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0253#	0,0000	0,0001n	0,0001n	0,0000n
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0085ns	0,0026	0,0001n	0,0007n	0,0001n
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0338*	0,0018	0,0001n	0,0258n	0,0001n
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	0,0135ns	0,0132*	0,0005*	0,0233n	0,0004n
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0127ns	0,0027	0,0001n	0,0520*	0,0015*

T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0002ns	0,0004ns	0,0003#	0,0003ns	0,0000ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0071ns	0,0029ns	0,0003#	0,0310#	0,0012*
Resíduo	34	0,0071	0,0013	0,0001	0,0097	0,0001
CV (%)		12,9	17,4	20,2	22,2	19,3

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 2A - Análise de variância para os contrastes testados dos teores de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM				
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Serapilheira
Nitrogênio						
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0004ns	0,0002ns	0,0000ns	0,0007ns	0,0010ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	0,0805*	0,0025#	0,0001ns	0,0004ns	0,0508*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0050ns	0,0017ns	0,0000ns	0,0045*	0,0017ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0017ns	0,0001ns	0,0006*	0,0000ns	0,0034ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0044ns	0,0001ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0017ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0062ns	0,0000ns	0,0030*	0,0000ns	0,0026ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0070ns	0,0004ns	0,0009*	0,0084*	0,0105ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0201ns	0,0009ns	0,0003*	0,0004ns	0,0066ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0014ns	0,0003ns	0,0000ns	0,0039*	0,0109ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0680#	0,0002ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0011ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0118ns	0,0002ns	0,0001ns	0,0102*	0,0276*
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	0,0214ns	0,0013ns	0,0035*	0,0012ns	0,0013ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0737*	0,0001ns	0,0000ns	0,0011ns	0,0035ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0167ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0009ns	0,0178*
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0878*	0,0001ns	0,0000ns	0,0019ns	0,0008ns
Resíduo	34	0,0166	0,0007	0,0001	0,0008	0,0044
CV (%)		8,2	9,7	6,3	8,0	10,3
Potássio						

T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0714*	0,0071*	0,0003ns	0,2049*	0,0003#
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	0,0132ns	0,0082*	0,0000ns	0,0213ns	0,0004*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,0000ns	0,0016ns	0,0000ns	0,0825#	0,0000ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	0,0000ns	0,0020ns	0,0004#	0,0378ns	0,0002ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	0,0035ns	0,0004ns	0,0001ns	0,0401ns	0,0001ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0174ns	0,0003ns	0,0000ns	0,0011ns	0,0001ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	0,0005ns	0,0028ns	0,0001ns	0,0413ns	0,0000ns
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	0,0033ns	0,0031ns	0,0000ns	0,0007ns	0,0003#
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	0,0086ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0010ns	0,0003#
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	0,0057ns	0,0009ns	0,0000ns	0,0050ns	0,0002ns
T ₉ vs T ₁₂	1	0,0001ns	0,0000ns	0,0000ns	0,0132ns	0,0000ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	0,1036*	0,0032ns	0,0001ns	0,0830#	0,0002ns
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0254#	0,0005ns	0,0003ns	0,0579ns	0,0000ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	0,0044ns	0,0011ns	0,0002ns	0,0825#	0,0001ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,0284#	0,0015ns	0,0005*	0,0009ns	0,0000ns
Resíduo	34	0,0072	0,0011	0,0001	0,0267	0,0001
CV (%)		13,7	17,4	23,1	31,5	17,8

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 3A - Análise de variância para os contrastes testados dos teores de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

FV	GL	QM				
		Folha	Galho	Casca	Lenho	Serapilheira
Nitrogênio						
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	0,0025ns	0,0014ns	0,0014ns	0,0006*	0,0000ns
T ₁ vs T ₂	1	0,0134#	0,0088ns	0,0001ns	0,0002ns	0,0063ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	0,0077ns	0,0011#	0,0011ns	0,0001ns	0,0002ns

T ₃ vs T ₄	1	0,0715ns	0,0052ns	0,0002ns	0,0000ns	0,0001ns
T ₀ vs T ₅	1	0,0005ns	0,0033ns	0,0005ns	0,0002ns	0,0033ns
Resíduo	12	0,0199	0,0022	0,0005	0,0001	0,0080
CV (%)		8,5	10,8	6,8	8,5	13,1
Potássio						
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	0,0267ns	0,0000ns	0,0050ns	0,0000ns	0,0000ns
T ₁ vs T ₂	1	0,0047ns	0,0009ns	0,0021ns	0,0004ns	0,0000ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	0,0038ns	0,0063ns	0,0226ns	0,0000ns	0,0000ns
T ₃ vs T ₄	1	0,1584*	0,0234*	0,0059ns	0,0000ns	0,0000ns
T ₀ vs T ₅	1	0,0115ns	0,0004ns	0,0000ns	0,0001ns	0,0000ns
Resíduo	12	0,0181	0,0052	0,0107	0,0002	0,0001
CV (%)		17,5	21,8	21,8	2,8	21,2

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 4A - Análise de variância para os contrastes testados do conteúdo de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Alambari-SP

FV	GL	QM						
		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Manta	Total

Nitrogênio								
T ₁ vs T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ ,T ₆ e T ₇	1	6,69ns	17,69ns	4522,71ns	17,19ns	5097,56ns	242,59ns	3299,52ns
T ₂ ,T ₃ e T ₄ vs T ₅ ,T ₆ e T ₇	1	91,41ns	76,20ns	335,00ns	90,87ns	76,92ns	12126,36*	10103,75ns
T ₂ e T ₃ vs T ₄	1	14,52ns	334,46*	18,77ns	2,61ns	35,39ns	5113,59*	7684,05ns
T ₅ e T ₆ vs T ₇	1	58,03ns	1,41ns	649,39ns	13,77ns	474,04ns	0,82ns	208,46ns
T ₂ e T ₅ vs T ₃ e T ₆	1	54,45ns	6,86ns	883,30ns	3,27ns	779,05ns	94,67ns	2269,53ns
T ₁ vs T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ ,T ₁₂ e T ₁₃	1	19,28ns	9,04ns	52,53ns	25,18ns	150,44ns	941,99ns	392,45ns
T ₈ ,T ₉ e T ₁₀ vs T ₁₁ ,T ₁₂ e T ₁₃	1	181,86ns	14,74ns	127,14ns	218,23ns	12,23ns	19,78ns	268,14ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₀	1	2,18ns	1,32ns	363,39ns	368,40*	0,02ns	1097,86ns	938,80ns
T ₁₁ e T ₁₂ vs T ₁₃	1	0,16ns	3,20ns	7,76ns	67,72ns	121,35ns	126,20ns	1,38ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₁ e T ₁₂	1	1832,27*	100,20#	3645,89ns	10,99ns	4057,15ns	3761,80#	31628,61*
T ₁₀ vs T ₁₃	1	78,64ns	3,41ns	8,34ns	53,35ns	19,51ns	231,40ns	79,46ns
T ₁ vs T ₁₄ ,T ₁₅ ,T ₁₆ e T ₁₇	1	2,27ns	21,68ns	405,24ns	118,22ns	961,21ns	16,01ns	1694,74ns
T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆ vs T ₁₇	1	500,94ns	31,97ns	0,96ns	179,94ns	207,24ns	652,19ns	4619,90ns
T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	1,77ns	45,77ns	3190,05ns	0,03ns	3208,78ns	963,08ns	963,86ns
T ₁₆ vs T ₁₇	1	362,66ns	0,50ns	1011,72ns	117,87ns	438,93ns	1503,03ns	1411,71ns
Resíduo	34	360,90	28,29	1632,14	82,87	2247,33	1220,97	5622,90
CV (%)		31,1	29,4	23,3	18,6	21,3	22,3	16,4
Potássio								
T ₀ vs T ₁ ,T ₂ ,T ₃ ,T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	88,10ns	132,31*	2046,90*	1580,89*	7225,53*	39,16ns	12577,61*
T ₁ ,T ₂ e T ₃ vs T ₄ ,T ₅ e T ₆	1	67,88ns	0,39ns	2792,00*	428,71ns	5408,82*	66,52ns	5513,99*
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	0,00ns	95,91*	2,67ns	0,49ns	5,46ns	129,75*	555,25ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	5,56ns	4,06ns	169,74ns	56,62ns	30,29ns	23,63ns	35,92ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	56,94ns	0,18ns	134,64ns	31,58ns	35,80ns	0,83ns	221,12ns
T ₀ vs T ₇ ,T ₈ ,T ₉ ,T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	9,04ns	1,60ns	45,62ns	90,56ns	264,74ns	1,95ns	376,72ns
T ₇ ,T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ ,T ₁₁ e T ₁₂	1	72,51ns	4,85ns	768,51ns	278,52ns	1972,33#	0,55ns	3121,38#
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	18,41ns	7,45ns	31,72ns	69,29ns	194,78ns	0,94ns	400,22ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	5,30ns	2,56ns	189,41ns	4,20ns	137,18ns	0,00ns	122,66ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	135,62#	2,89ns	648,08ns	20,97ns	902,18ns	31,12ns	2397,16ns
T ₉ vs T ₁₂	1	76,09ns	3,70ns	127,94ns	244,14ns	725,57ns	0,03ns	1399,67ns
T ₀ vs T ₁₃ ,T ₁₄ ,T ₁₅ e T ₁₆	1	45,74ns	58,57*	1181,75#	705,75*	3714,00*	39,33ns	6534,58*
T ₁₃ ,T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	13,20ns	8,50ns	146,20ns	322,83ns	903,52ns	73,08ns	1435,62ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	22,88ns	14,46ns	1216,30#	3,37ns	1091,66ns	1,88ns	1620,55ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	0,04ns	20,94ns	900,47ns	185,25ns	1902,57ns	38,30ns	2935,32ns
Resíduo	34	43,87	11,23	323,59	177,16	688,21	28,13	1065,86
CV (%)		31,5	31,9	26,8	25,4	22,0	35,0	19,6

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 5A - Análise de variância para os contrastes testados do conteúdo de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Itararé-SP

FV	GL	QM
----	----	----

		Folha	Galho	Lenho	Casca	Tronco	Manta	Total
Nitrogênio								
T ₀ vs T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ e T ₆	1	6,95ns	1,88ns	64,46ns	155,98ns	420,98ns	78,17ns	642,64ns
T ₁ , T ₂ e T ₃ vs T ₄ , T ₅ e T ₆	1	1417,67*	1,37ns	2326,13ns	107,19ns	3431,98ns	862,63ns	4629,02ns
T ₁ e T ₂ vs T ₃	1	66,05ns	52,27ns	580,86ns	140,99ns	1294,19ns	177,42ns	4179,89ns
T ₄ e T ₅ vs T ₆	1	135,79ns	1,71ns	256,47ns	43,58ns	88,61ns	62,85ns	48,91ns
T ₁ e T ₄ vs T ₂ e T ₅	1	3,56ns	0,03ns	805,75ns	16,18ns	1050,26ns	220,70ns	2432,83ns
T ₀ vs T ₇ , T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	60,80ns	35,30ns	2245,25ns	323,58*	864,11ns	1760,88#	1,37ns
T ₇ , T ₈ e T ₉ vs T ₁₀ , T ₁₁ e T ₁₂	1	61,94ns	27,98ns	3855,48*	282,12*	6223,48*	258,16ns	8533,28#
T ₇ e T ₈ vs T ₉	1	237,42ns	1,78ns	3422,00#	1,03ns	3541,62#	628,59ns	2619,67ns
T ₁₀ e T ₁₁ vs T ₁₂	1	107,02ns	1,94ns	1034,70ns	126,66ns	1885,40ns	392,54ns	5620,86ns
T ₇ e T ₈ vs T ₁₀ e T ₁₁	1	65,17ns	0,48ns	29,68ns	8,63ns	6,30ns	15,75ns	104,55ns
T ₉ vs T ₁₂	1	55,76ns	9,54ns	426,30ns	243,67*	1314,56ns	1238,37ns	4498,14ns
T ₀ vs T ₁₃ , T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆	1	94,25ns	17,07ns	2586,08#	41,30ns	1973,76ns	2856,99*	23,20ns
T ₁₃ , T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	73,17ns	0,09ns	43,60ns	22,25ns	128,13ns	209,46ns	144,24ns
T ₁₃ e T ₁₄ vs T ₁₅	1	5,57ns	7,84ns	790,74ns	4,71ns	673,43ns	1121,06ns	50,30ns
T ₁₅ vs T ₁₆	1	31,60ns	3,47ns	117,59ns	26,05ns	32,95ns	56,46ns	32,62ns
Resíduo	34	327,60	33,53	838,92	56,68	1220,93	607,21	2803,73
CV (%)		30,4	26,8	17,0	16,9	16,7	19,7	12,6
Potássio								
T ₁ vs T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ , T ₆ e T ₇	1	72,95ns	48,40#	737,35ns	4440,90*	8797,36*	17,13*	12866,63*
T ₂ , T ₃ e T ₄ vs T ₅ , T ₆ e T ₇	1	43,74ns	14,00ns	195,69ns	14,84ns	102,75ns	6,96ns	107,53ns
T ₂ e T ₃ vs T ₄	1	0,72ns	27,90ns	41,32ns	1230,49ns	820,82ns	2,35ns	440,38ns
T ₅ e T ₆ vs T ₇	1	24,11ns	3,44ns	424,07ns	199,11ns	1204,34ns	4,42ns	1138,93ns
T ₂ e T ₅ vs T ₃ e T ₆	1	9,73ns	5,85ns	89,83ns	289,93ns	702,53ns	0,75ns	476,74ns
T ₁ vs T ₈ , T ₉ , T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂ e T ₁₃	1	12,21ns	2,69ns	1,10ns	439,77ns	484,92ns	20,34*	805,64ns
T ₈ , T ₉ e T ₁₀ vs T ₁₁ , T ₁₂ e T ₁₃	1	4,57ns	65,27*	321,46ns	1180,98ns	2734,73ns	0,82ns	3497,49ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₀	1	20,99ns	30,26ns	114,97ns	0,57ns	99,34ns	10,80ns	544,54ns
T ₁₁ e T ₁₂ vs T ₁₃	1	52,53ns	0,00ns	4,90ns	24,75ns	51,68ns	11,19ns	316,39ns
T ₈ e T ₉ vs T ₁₁ e T ₁₂	1	3,25ns	0,14ns	102,90ns	73,32ns	2,50ns	17,36*	16,13ns
T ₁₀ vs T ₁₃	1	0,09ns	2,23ns	29,58ns	535,90ns	817,29ns	0,31ns	957,34ns
T ₁ vs T ₁₄ , T ₁₅ , T ₁₆ e T ₁₇	1	120,10ns	10,16ns	901,66ns	2327,89*	6127,11*	37,53*	9712,02*
T ₁₄ , T ₁₅ e T ₁₆ vs T ₁₇	1	51,98ns	17,10ns	1071,37ns	1182,78ns	4505,55#	0,00ns	4919,59#
T ₁₄ e T ₁₅ vs T ₁₆	1	55,57ns	7,67ns	231,54ns	1295,60ns	431,73ns	6,74ns	182,15ns
T ₁₆ vs T ₁₇	1	103,85ns	24,75ns	1261,01ns	53,28ns	1832,68ns	2,11ns	2447,95ns
Resíduo	34	61,45	15,42	456,65	502,81	1216,40	4,02	1395,19
CV (%)		33,6	26,2	32,7	33,7	26,4	19,4	20,7

Ns = Não-significativo e # e * significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 6A - Análise de variância para os contrastes testados do conteúdo de N e K nos componentes de plantas de *E. grandis*, aos 84 meses de idade, em função das doses de N e, ou, K, em Santa Bárbara-MG

FV	GL	Quadrado Médio
----	----	----------------

		Folha	Galho	Casca	Lenho	Tronco	Manta	Total
Nitrogênio								
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	13,81ns	0,80ns	9,63ns	1573,61	1829,4	28,68n	2595,78
					**	3*	s	#
T ₁ vs T ₂	1	115,18n	1,58ns	20,87ns	241,65n	120,50	577,45	2208,71
		s			s	ns	ns	ns
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	2,54ns	18,41n	0,73ns	1,18ns	0,05ns	245,67	454,69n
			s				ns	s
T ₃ vs T ₄	1	1,60ns	0,05ns	2,67ns	28,84ns	13,96ns	41,38n	83,16ns
							s	
T ₀ vs T ₅	1	0,13ns	11,16n	8,95ns	474,19#	613,46	1447,2	3579,44
			s			ns	9#	*
Resíduo	12	94,80	10,82	34,24	139,86	236,12	401,53	712,58
CV (%)		25,1	17,5	18,6	11,9	11,7	12,7	7,7
Potássio								
T ₀ vs T ₁ e T ₂	1	23,50ns	1,60ns	297,19n	82,08ns	691,65n	0,02ns	1040,50
				s		s		ns
T ₁ vs T ₂	1	8,27ns	1,16ns	3,59ns	271,72n	212,84n	4,25ns	340,42n
					s	s		s
T ₀ vs T ₃ e T ₄	1	7,58ns	25,76#	113,32n	1,48ns	140,66n	0,94ns	426,68n
				s		s		s
T ₃ vs T ₄	1	24,02ns	53,48*	132,49n	0,32ns	145,88n	0,01ns	585,48n
				s		s		s
T ₀ vs T ₅	1	6,38ns	2,25ns	53,40ns	106,37n	310,51n	5,47ns	440,37n
					s	s		s
Resíduo	12	12,96	7,21	132,08	184,15	495,45	6,72	794,87
CV (%)		20,4	18,5	26,1	30,9	25,3	23,3	21,5

Ns = Não-significativo e # e *significativos a 10 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

MQadro 19 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 25, 37 ou 25 e 37 meses após o plantio, em Alambari-SP

Comp.	Test.	----- K ₂ O -----						----- N -----						----- K ₂ O + N -----				
		----- 150 -----			----- 300 -----			----- 75 -----			----- 150 -----			----- 150+75 -----			----- 300+150 -----	
		E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	P	
----- dag kg ⁻¹ -----																		
----- Nitrogênio -----																		
Folha	1,91	1,98	1,81	1,95	1,98	1,80	1,83	2,04	2,03	1,88	2,06	1,95	1,82	1,68	1,86	1,96	1,76	
Galho	0,37	0,34	0,33	0,34	0,29	0,32	0,33	0,41	0,40	0,38	0,37	0,38	0,35	0,37	0,38	0,37	0,32	
Lenho	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,12	0,14	0,14	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,13	
Casca	0,41	0,41	0,41	0,41	0,35	0,38	0,39	0,48	0,46	0,44	0,39	0,42	0,48	0,39	0,45	0,43	0,39	
Tronco	0,54	0,55	0,55	0,55	0,49	0,53	0,53	0,62	0,58	0,58	0,53	0,57	0,63	0,53	0,58	0,55	0,52	
Serapilheira	0,66	0,64	0,74	0,60	0,63	0,47	0,60	0,59	0,66	0,62	0,64	0,67	0,59	0,59	0,71	0,63	0,61	
----- Fósforo -----																		
Folha	0,14	0,13	0,13	0,11	0,14	0,11	0,12	0,14	0,13	0,15	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	
Galho	0,04	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	
Lenho	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	
Casca	0,16	0,25	0,21	0,20	0,15	0,19	0,13	0,14	0,20	0,19	0,16	0,20	0,25	0,16	0,19	0,17	0,18	

Tronco	0,17	0,26	0,22	0,21	0,16	0,20	0,14	0,15	0,21	0,20	0,17	0,20	0,26	0,17	0,20	0,17	0,19	
Serapilheira	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	
									Potássio									
Folha	0,58	0,73	0,76	0,73	0,82	0,79	0,73	0,57	0,60	0,61	0,64	0,51	0,46	0,61	0,66	0,64	0,71	
Galho	0,15	0,24	0,23	0,21	0,26	0,24	0,30	0,17	0,15	0,19	0,17	0,13	0,15	0,19	0,25	0,21	0,25	
Lenho	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,07	0,05	0,06	
Casca	0,38	0,49	0,51	0,51	0,58	0,59	0,61	0,32	0,31	0,44	0,28	0,32	0,31	0,38	0,49	0,44	0,59	
Tronco	0,42	0,54	0,56	0,56	0,65	0,65	0,68	0,36	0,36	0,49	0,32	0,36	0,35	0,44	0,56	0,49	0,65	
Serapilheira	0,05	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,08	

Quadro 19, Cont.

Comp.	Test	----- K ₂ O -----						----- N -----						----- K ₂ O + N -----					
		----- 150 -----			----- 300 -----			----- 75 -----			----- 150 -----			----- 150+75 -----			----- 300+150 -----		
		E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	p		
		----- dag kg ⁻¹ -----																	
		----- Cálcio -----																	

Folha	0,65	0,70	0,62	0,62	0,67	0,68	0,93	0,69	0,62	0,66	0,74	0,66	0,64	0,65	0,66	0,63	0,52
Galho	0,41	0,40	0,37	0,39	0,40	0,32	0,43	0,39	0,34	0,34	0,47	0,41	0,44	0,39	0,41	0,37	0,37
Lenho	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
Casca	1,40	1,19	1,41	1,04	1,09	1,19	1,23	1,19	1,49	1,51	1,20	1,49	1,50	0,96	1,21	0,77	0,95
Tronco	1,44	1,25	1,45	1,07	1,12	1,23	1,27	1,23	1,53	1,54	1,23	1,52	1,53	0,99	1,25	0,80	0,99
Serapilheira	0,55	0,73	0,59	0,50	0,56	0,47	0,54	0,45	0,59	0,58	0,50	0,56	0,54	0,52	0,56	0,47	0,49

Magnésio

Folha	0,34	0,34	0,31	0,27	0,27	0,28	0,33	0,26	0,27	0,34	0,29	0,28	0,23	0,27	0,27	0,27	0,27
Galho	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,10	0,12	0,14	0,11	0,11	0,13	0,13	0,12	0,14	0,14	0,14	0,11
Lenho	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Casca	0,31	0,34	0,36	0,39	0,26	0,34	0,29	0,29	0,31	0,34	0,29	0,37	0,35	0,34	0,35	0,38	0,28
Tronco	0,32	0,36	0,37	0,40	0,27	0,35	0,30	0,30	0,32	0,35	0,30	0,38	0,36	0,35	0,36	0,39	0,29
Serapilheira	0,14	0,14	0,14	0,16	0,13	0,12	0,14	0,12	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,14	0,12	0,14

E1 = aplicação de K₂O e, ou, N aos 25 meses, E2 = aplicação de K₂O e,ou, N aos 37 meses e P = aplicação de K₂O e,ou, N aos 25 e 37 meses.

Quadro 20 - Teores de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 30, 42 ou 30 e 42 meses após o plantio, em Itararé-SP

Comp.	Test	K ₂ O						N						K ₂ O + N			
		150			300			75			150			150+75			300+150
		E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	p
dag kg ⁻¹																	
Nitrogênio																	
Folha	1,61	1,68	1,67	1,72	1,50	1,59	1,58	1,57	1,58	1,47	1,45	1,73	1,56	1,51	1,55	1,62	1,38
Galho	0,29	0,26	0,26	0,29	0,29	0,30	0,29	0,28	0,26	0,29	0,29	0,29	0,28	0,26	0,26	0,26	0,27
Lenho	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
Casca	0,34	0,35	0,34	0,39	0,35	0,35	0,35	0,35	0,37	0,38	0,34	0,34	0,29	0,32	0,32	0,30	0,34
Tronco	0,48	0,49	0,48	0,53	0,49	0,49	0,47	0,47	0,49	0,49	0,44	0,44	0,39	0,42	0,42	0,41	0,45
Serapilheira	0,63	0,54	0,55	0,58	0,71	0,65	0,64	0,69	0,65	0,73	0,66	0,67	0,59	0,71	0,68	0,60	0,62
Fósforo																	
Folha	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09
Galho	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
Lenho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casca	0,07	0,09	0,06	0,05	0,09	0,06	0,06	0,08	0,09	0,06	0,10	0,05	0,07	0,08	0,05	0,05	0,07
Tronco	0,07	0,09	0,06	0,05	0,09	0,06	0,06	0,08	0,09	0,06	0,1	0,05	0,07	0,08	0,05	0,05	0,07
Serapilheira	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02

	Potássio																
Folha	0,48	0,63	0,62	0,62	0,71	0,64	0,68	0,58	0,57	0,53	0,54	0,64	0,53	0,66	0,69	0,63	0,77
Galho	0,16	0,18	0,19	0,21	0,26	0,22	0,23	0,22	0,18	0,16	0,15	0,17	0,16	0,19	0,20	0,22	0,19
Lenho	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,06
Casca	0,37	0,56	0,81	0,48	0,74	0,73	0,59	0,41	0,45	0,45	0,31	0,36	0,36	0,38	0,51	0,65	0,68
Tronco	0,41	0,60	0,87	0,53	0,80	0,79	0,63	0,45	0,49	0,49	0,35	0,39	0,40	0,43	0,56	0,69	0,74
Serapilheira	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05

Quadro 20, Cont.

Comp.	Test.	K ₂ O						N						K ₂ O + N				
		150			300			75			150			150+75			300+150	
		E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	p	
----- dag kg ⁻¹ -----																		
----- Cálcio -----																		
Folha	0,65	0,76	0,57	0,76	0,74	0,60	0,62	0,68	0,70	0,72	0,59	0,59	0,66	0,64	0,75	0,57	0,59	
Galho	0,61	0,78	0,55	0,69	0,68	0,60	0,54	0,66	0,62	0,54	0,49	0,54	0,56	0,53	0,51	0,43	0,36	
Lenho	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	

Casca	1,73	1,70	1,10	1,64	1,56	1,82	1,82	1,89	1,94	1,57	1,44	1,72	1,35	1,07	1,90	1,26	1,55
Tronco	1,78	1,74	1,14	1,68	1,60	1,86	1,86	1,93	1,99	1,61	1,47	1,76	1,39	1,11	1,95	1,29	1,59
Serapilheira	0,69	0,73	0,61	0,82	0,75	0,59	0,59	0,77	0,78	0,62	0,60	0,74	0,60	0,64	0,65	0,62	0,62
Magnésio																	
Folha	0,32	0,31	0,28	0,27	0,32	0,37	0,28	0,28	0,31	0,31	0,33	0,29	0,31	0,34	0,32	0,27	0,31
Galho	0,13	0,18	0,14	0,12	0,14	0,14	0,11	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09
Lenho	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Casca	0,32	0,42	0,29	0,35	0,36	0,38	0,32	0,31	0,34	0,29	0,33	0,38	0,29	0,32	0,40	0,28	0,34
Tronco	0,33	0,43	0,3	0,36	0,37	0,39	0,33	0,32	0,35	0,30	0,34	0,39	0,30	0,33	0,41	0,29	0,35
Serapilheira	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,12	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,13	0,14

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 30 e 42 meses após o plantio, respectivamente e p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio.

Quadro 22 - Conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 94 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 25, 37 ou 25 e 37 meses após o plantio, em Alambari-SP

Comp.	Test.	K ₂ O						N						K ₂ O + N			
		150			300			75			150			150+75		300+150	
		E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	p
kg.ha ⁻¹ Nitrogênio																	

Folha	62,4	58,1	57,2	60,3	56,5	66,0	66,6	57,5	67,5	63,6	36,9	76,3	56,3	80,8	52,8	67,7	52,2
Galho	15,8	17,0	15,3	29,1	14,3	19,0	15,8	15,7	20,9	19,1	13,1	19,6	17,6	27,5	15,2	16,6	16,0
Lenho	154,	198,	186,	189,	183,	229,	188,	155,	147,	165,	122,	199,	162,	209,	151,	140,	166,7
	2	9	8	8	2	7	4	3	9	0	2	3	7	5	8	7	
Casca	45,2	52,4	48,6	49,3	43,9	45,6	47,3	59,9	52,9	42,8	37,5	48,4	48,8	59,0	50,0	54,4	45,6
Tronco	199,	251,	235,	239,	227,	275,	235,	215,	200,	207,	159,	247,	211,	268,	201,	195,	212,3
	4	3	4	1	1	3	7	2	8	8	7	7	5	5	8	1	
Serapilheira	166,	146,	185,	216,	144,	116,	131,	136,	171,	130,	133,	168,	142,	167,	163,	187,	156,0
	2	0	2	2	3	4	0	1	5	4	1	5	8	6	9	7	
Total	443,	472,	493,	544,	442,	476,	449,	424,	460,	420,	342,	512,	428,	544,	433,	467,	436,5
	8	4	1	7	2	7	1	5	7	9	8	1	2	4	7	1	

Fósforo

Folha	4,4	3,9	4,3	3,3	4,0	4,0	4,2	3,9	4,2	4,8	2,5	5,1	3,5	6,2	3,3	4,1	3,5
Galho	1,7	3,3	2,6	5,7	2,6	2,4	2,2	2,5	3,0	2,3	2,2	3,1	2,9	4,1	2,0	2,2	3,0
Lenho	6,8	17,1	6,2	12,1	7,3	13,6	9,9	5,2	10,2	9,4	4,3	5,2	9,9	8,9	12,0	4,3	6,1
Casca	18,3	31,0	24,5	24,5	18,3	20,3	15,3	17,9	22,5	18,6	15,3	22,5	25,3	23,3	21,3	22,1	21,4
Tronco	25,1	48,1	30,7	36,6	25,6	33,9	25,2	23,1	32,7	28,0	19,6	27,7	35,2	32,2	33,3	26,4	27,5
Serapilheira								4,8	5,6	5,8	3,9	6,7	5,7	4,9	5,5	7,8	5,7
	6,1	5,7	7,9	10,3	4,4	4,5	7,4										
Total	37,3	61,0	45,5	55,9	36,6	44,8	39,0	34,3	45,5	40,9	28,2	42,6	47,3	47,4	44,1	40,5	39,7

Potássio

Folha	18,7	21,1	24,1	22,7	23,1	28,8	27,6	15,6	20,1	20,9	10,9	19,9	13,8	30,1	18,5	20,9	20,8
Galho	6,5	11,8	10,7	18,2	12,6	14,2	14,8	6,6	7,8	9,1	6,0	6,8	7,6	13,9	9,9	9,2	12,9
Lenho	53,4	64,7	72,9	69,9	94,6	99,7	87,9	48,2	60,7	58,4	31,0	47,9	49,2	87,4	76,3	57,2	81,7
Casca	41,7	62,2	60,6	61,9	72,0	67,1	74,9	39,8	35,6	43,6	27,5	37,1	30,8	56,0	54,7	56,7	67,8
Tronco	95,1	126,	133,	131,	166,	166,	162,	88,,0	96,3	102,	58,5	85,0	80,0	143,	131,	113,	149,5
		9	5	8	6	8	8			0				4	0	9	

Serapilheira	13,1	15,2	17,4	24,3	16,8	15,7	12,8	10,8	14,5	12,0	10,7	13,4	12,1	18,1	12,8	16,4	21,4
Total	133,4	175,0	185,7	197,0	219,1	225,5	218,0	121,0	138,7	144,0	86,1	125,1	113,5	205,5	172,2	160,4	204,6

Quadro 22, Cont.

Comp.	Test.	----- K ₂ O -----						----- N -----						----- K ₂ O + N -----			
		----- 150 -----			----- 300 -----			----- 75 -----			----- 150 -----			----- 150+75 -----			300+150
		E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	p
kg.ha ⁻¹																	
Cálcio																	
Folha	21,0	20,2	20,0	19,1	19,3	24,7	30,8	19,3	20,6	22,6	13,4	25,8	19,5	32,1	17,5	21,2	16,2
Galho	17,6	19,7	17,0	32,2	20,2	19,0	20,3	15,1	16,9	18,0	17,3	21,0	21,8	28,0	16,2	16,4	17,7
Lenho	43,0	84,2	49,2	38,8	43,7	69,3	47,8	41,7	46,8	37,8	25,7	41,0	36,5	48,3	44,2	37,8	45,9
Casca	159,0	159,9	173,2	125,8	132,3	144,1	151,0	155,3	173,6	140,8	115,3	182,3	155,0	143,2	134,0	98,7	108,3
Tronco	202,0	244,1	222,4	164,6	176,0	213,4	198,8	197,0	220,4	178,6	141,0	223,3	191,5	191,5	178,2	136,5	154,2
Serapilheira	137,4	174,5	149,7	178,4	129,0	115,1	121,9	106,3	158,4	120,7	105,4	142,3	129,1	146,4	125,9	139,6	125,1
Total	378,0	458,5	409,1	394,3	344,5	372,2	371,8	337,7	416,3	339,9	277,1	412,4	361,9	398,0	337,8	313,7	313,2

Magnésio

Folha	11,4	9,9	10,0	8,3	7,6	10,1	12,1	7,1	8,8	11,4	5,1	10,9	7,1	13,3	7,2	9,2	8,1
Galho	6,0	6,6	5,0	10,5	5,8	5,9	5,8	5,7	5,6	5,4	4,5	6,9	6,0	10,0	5,5	6,1	5,2
Lenho	12,5	31,6	13,1	10,7	11,6	16,6	11,9	10,4	12,6	9,9	8,2	10,8	11,5	13,4	12,5	11,0	12,0
Casca	34,7	44,8	43,7	47,0	32,8	41,5	34,4	36,8	36,4	33,0	28,3	46,4	36,7	51,3	38,2	47,7	32,6
Tronco	47,2	76,4	56,8	57,7	44,4	58,1	46,3	47,2	49,0	42,9	36,5	57,2	48,2	64,7	50,7	58,7	44,6
Serapilheira	34,3	32,6	35,8	58,9	30,1	29,9	31,8	27,2	37,4	27,4	26,7	34,2	30,5	35,7	30,6	35,5	34,7
Total	98,9	125,5	107,6	135,4	87,9	104,0	96,0	87,2	100,8	87,1	72,8	109,2	91,8	123,7	94,0	109,5	92,6

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 25 e 37 meses após o plantio, respectivamente e p = aplicação das doses de N e, ou, K parceladas aos 25 e 37 meses após o plantio

Quadro 23 - Conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na folha, no galho, no lenho, na casca e na serapilheira, em povoamentos de *E. grandis*, aos 98 meses de idade, em função da aplicação de N e, ou, K aos 30, 42 ou 30 e 42 meses após o plantio, em Itararé-SP

		K ₂ O						N						N + K ₂ O				
		150		300		75		150		75+150		150+300						
Comp.	Test.	E1	E2	P	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	E1	E2	p	p	

----- kg.ha ⁻¹ -----																	

Nitrogênio																	
Folha	63,4	76,3	61,0	74,4	43,5	56,6	58,3	54,1	66,4	49,4	64,3	61,3	55,5	65,9	52,2	57,4	52,8
Galho	23,8	21,8	21,3	26,7	22,8	23,2	22,1	20,6	22,8	20,7	19,9	18,5	18,2	18,0	23,1	22,5	21,0
Lenho	186,4	210,1	184,1	214,1	187,2	180,4	172,5	187,4	183,2	143,9	150,9	148,7	127,1	136,6	155,1	165,7	156,9
Casca	37,0	47,1	41,8	52,8	40,5	41,1	45,4	51,8	53,0	51,7	45,8	48,0	38,9	40,2	41,5	39,3	43,5
Tronco	223,4	257,2	225,9	266,9	227,7	221,5	217,9	239,2	236,2	195,6	196,7	196,7	166,0	176,8	196,6	205,0	200,4
Serapilheira	105,9	101,5	101,3	110,8	128,7	111,8	114,6	120,6	139,3	147,7	140,0	125,9	119,0	147,4	154,1	127,1	133,2
Total	416,5	456,8	409,5	478,8	422,7	413,1	412,9	434,5	464,7	413,4	420,9	402,4	358,7	408,1	426,0	412,0	407,4

Fósforo																	
Folha	4,0	4,7	3,8	4,2	2,8	3,4	3,5	3,1	3,8	3,0	4,2	3,4	3,0	3,4	2,8	3,5	3,6
Galho	2,0	2,0	1,9	2,2	1,9	1,9	1,8	2,0	2,2	1,5	1,8	1,5	1,5	1,9	2,3	1,6	1,4
Lenho	3,7	1,4	5,1	2,4	2,5	5,4	1,3	6,8	3,6	3,4	3,3	2,3	1,2	4,1	2,7	2,1	2,7
Casca	8,0	11,8	7,6	7,1	10,4	7,2	7,4	12,0	12,3	8,4	13,6	7,7	8,6	10,1	6,7	6,7	8,8
Tronco	11,7	13,2	12,7	9,5	12,9	12,6	8,7	18,8	15,9	11,8	16,9	10,0	9,8	14,2	9,4	8,8	11,5
Serapilheira	2,7	2,0	3,5	2,8	3,4	3,1	2,6	3,3	3,1	3,3	3,2	3,3	3,1	4,2	3,3	2,7	4,0
Total	20,4	21,9	21,9	18,7	21,0	21,0	16,6	27,2	25,0	19,6	26,1	18,2	17,4	23,7	17,8	16,6	20,5

Potássio																	
Folha	19,0	28,8	22,6	26,3	20,4	22,9	22,9	19,7	23,8	18,5	24,4	22,4	18,3	29,6	23,7	21,4	29,7
Galho	13,3	15,4	15,7	19,3	20,6	17,4	17,4	15,7	15,3	11,6	10,4	10,4	10,4	13,1	17,8	17,4	13,3
Lenho	54,7	65,8	80,9	77,9	75,2	71,1	71,1	60,4	63,7	54,5	59,1	44,1	50,1	61,4	83,0	61,4	90,4

Total	437,7	506,0	375,5	517,9	441,1	447,8	461,8	571,6	596,9	451,5	442,0	499, 1	414, 5	396,8	557, 5	397, 9	441,45
	Magnésio																
Folha	12,5	14,2	10,2	11,7	9,3	13,2	10,5	9,7	12,3	10,2	14,6	10,3	11,1	15,0	11,0	9,8	11,0
Galho	10,3	15,1	11,7	10,7	11,0	10,4	8,4	10,6	11,9	7,9	7,4	7,0	7,5	8,5	9,9	8,9	6,2
Lenho	13,6	14,9	14,0	13,5	12,8	14,3	13,3	17,2	18,2	12,4	17,6	12,6	12,3	15,0	20,3	12,1	15,2
Casca	34,5	56,1	36,4	46,7	41,7	44,1	41,0	45,7	49,1	38,8	44,7	52,3	39,1	39,5	55,6	37,5	45,0
Tronco	48,1	71,0	50,4	61,1	54,5	58,4	54,3	62,9	67,3	51,2	62,3	64,9	51,4	54,5	75,9	49,6	60,2
Serapilheira	22,6	26,3	25,0	27,1	25,9	25,3	21,4	26,8	31,9	26,6	31,4	27,1	28,5	29,6	34,1	27,0	27,7
Total	93,5	126,7	97,3	109,6	100,6	107,4	94,6	109,9	123,4	95,9	115,7	109, 2	98,4	107,6	130, 8	95,3	105,1

E1 e E2 = aplicação das doses de N e, ou, K aos 30 e 42 meses após o plantio, respectivamente e p = aplicação das doses de N e, ou, K, parceladas aos 30 e 42 meses após o plantio.