

NATHÁLIA FARIA DA SILVA

**PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES
DE EUCALIPTO EM REGIME DE ALTO FUSTE E TALHADIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586p
2013

Silva, Nathália Faria da, 1986-

Produtividade, demanda e eficiência nutricional de clones de eucalipto em regime de alto fuste e talhadia / Nathália Faria da Silva. – Viçosa, MG, 2013.

x, 52f. : il. ; 29cm.

Orientador: Nairam Félix de Barros

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Fertilidade do solo. 2. Eucalipto - Crescimento. 3. Plantas - Nutrição. 4. Brotos (Plantas). I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Solos. Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. II. Título.

CDD 22. ed. 631.42

NATHÁLIA FARIA DA SILVA

**PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES
DE EUCALIPTO EM REGIME DE ALTO FUSTE E TALHADIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 12 de março de 2013.

Júlio César Lima Neves
(Coorientador)

Igor Rodrigues de Assis

Ecila Mercês de Albuquerque Villani

Nairam Félix de Barros
(Orientador)

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

(Paulo Freire)

Não há saber mais ou saber menos: há saberes diferentes.

(Paulo Freire)

À Deus;

*À meus pais pelo amor, incentivo, apoio, dedicação e esforço,
a quem eu devo tudo que sou hoje e que estou conquistando;*

À minha irmã, meu orgulho e carinho;

Ao meu marido pelo companheirismo, compreensão, amor e apoio, sempre.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conduzir, proteger, guiar sempre meus passos e me dando saúde e perseverança para jamais desistir dos meus objetivos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao departamento de Solos, pela oportunidade de realização dos cursos de graduação, estágios e pós-graduação.

Ao programa REUNI pela oportunidade de realizar o mestrado em Solos e Nutrição de plantas, no departamento de Solos da UFV.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo durante o mestrado.

Ao professor Nairam Félix de Barros, pela oportunidade, confiança, paciência, conselhos, disponibilidade sempre, amizade, exemplo e ensinamentos.

Ao professor Júlio César Lima Neves pelas sugestões, amizade e ensinamentos.

Aos professores Víctor Hugo Alvarez V., Edson Márcio Mattiello, Reinaldo Bertolla Cantarutti, Roberto Ferreira Novais e demais professores do DPS pelos ensinamentos e exemplos de profissionalismo.

Ao laboratorista e tio Carlos Fonseca, por ter me apresentado o Departamento de Solos e ao professor Nairam Félix de Barros com todo orgulho e assim, ter me despertado o interesse pela área.

Aos meus amigos com os quais tive a oportunidade de compartilhar bons momentos e por terem me ensinado muito durante esses anos de UFV e DPS, em especial Renata Ramos, Verônica Faustino, Jaqueline do Carmo, Gustavo Rodrigues, Ordiley Campos, Fellip Lacerda, Rafael Teixeira, Fernanda Schulthais, Loane Fernandes e Bárbara Reis.

Aos funcionários do DPS por toda a ajuda, colaboração e convívio: Luciana, Claudinha, Sônia, Leiliane, Carlos Fonseca, Claudinho, Beto, Cardoso, Poliana, Geraldo, José Luís, Carlinhos e Janilson.

Aos meus pais Sebastião e Rosana pelos incentivos, apoio e esforço à minha formação acadêmica, por minha formação moral, pelos conselhos, pela amizade, amor, carinho e respeito.

À minha irmã Natali, pelo carinho, incentivo, orgulho, amizade e amor.

Ao meu esposo Romildo, pelo carinho, compreensão, força, amor e companheirismo em todos os momentos de minha vida, afinal, já são 12 anos que nos conhecemos.

Enfim, agradeço a todos que direta e indiretamente me apoiaram, ajudaram e incentivaram nesta mais nova conquista. E me desculpa se esqueci de citar alguém, é que graças a Deus tenho muitas pessoas boas ao meu redor.

BIOGRAFIA

NATHÁLIA FARIA DA SILVA, filha de Sebastião Lopes de Faria e Rosana Maria da Silva Faria, natural de Viçosa, Minas Gerais, nasceu no dia 29 de Janeiro de 1986.

Em março de 2006 iniciou o curso de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, onde graduou-se em janeiro de 2011. Durante a graduação foi bolsista voluntária durante um ano e posteriormente bolsista de iniciação científica da CNPq e FAPEMIG durante um ano cada, atuando na área de fertilidade do solo e nutrição de plantas, com o gênero *Eucalyptus*.

Em março de 2011 ingressou no programa de Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se sua defesa no dia 12 de março de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
CAPÍTULO 1	5
PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE EUCALIPTO, EM ALTO FUSTE, NA REGIÃO DE TRÊS MARIAS MINAS GERAIS - CERRADO.....	5
RESUMO	5
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Características da área experimental e procedimentos adotados na implantação do estudo	9
3.2. Delineamento estatístico, idade e medições	10
3.3. Teor e Conteúdo dos nutrientes e Coeficiente de Utilização Biológica	11
3.4. Análise estatística	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2	24
PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE EUCALIPTO EM REGIME DE TALHADIA NA REGIÃO DE TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS-CERRADO	24
RESUMO	24
ABSTRACT	25
1. INTRODUÇÃO	27
2. OBJETIVO	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Produtividade.....	32
4.2. Conteúdo de nutrientes no tronco	36
4.3. Teor e Coeficiente de Utilização Biológica de N, P, K, Ca e Mg	40
4.4. Produtividade em alto fuste Vs Produtividade de talhadia	44
5. CONCLUSÕES	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

RESUMO

SILVA, Nathália Faria da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Produtividade, demanda e eficiência nutricional de clones de eucalipto em regime de alto fuste e talhadia.** Orientador: Nairam Félix de Barros. Coorientador: Júlio César Lima Neve.

O manejo de povoamentos de eucalipto no Brasil envolve a implantação de novos plantios ou a reforma de plantios já existentes ou a condução da rebrota de cepas, também conhecida por “talhadia”. A eucaliptocultura brasileira está baseada principalmente no cultivo de clones, que são selecionados regionalmente em razão de sua adaptação às condições climáticas, embora os nutrientes sejam outro fator fundamental no crescimento de plantas, principalmente na região de cerrado devido à baixa fertilidade dos solos, os aspectos nutricionais têm sido pouco relevados no processo de seleção de materiais genéticos de eucalipto. Poucos clones foram desenvolvidos e selecionados para algumas regiões do cerrado de Minas Gerais, destacando-se, contudo, alguns clones selecionados na região de Três Marias em solos arenosos ou de textura média. Nenhum estudo específico foi ainda conduzido para caracterizar a exigência nutricional desses clones. A adoção de talhadia não é recente no Brasil. A produtividade de plantios conduzidos por talhadia tem sido menor do que a conseguida no regime de alto fuste, com redução que pode atingir 50%. Pesquisadores relatam que se mantida a disponibilidade dos fatores de crescimento do sistema de alto fuste, a queda de produtividade pode ser minimizada ou até mesmo pode nem ocorrer, e que, na maioria das vezes, a queda seria explicada pela redução na disponibilidade de nutrientes para as árvores conduzidas por talhadia. Assim, os objetivos deste estudo são avaliar a produtividade e demanda nutricional de clones de eucalipto híbridos de *Eucalyptus urophylla* na primeira e um deles na segunda rotação; avaliar o efeito combinado da altura e do número de brotos deixados na ocasião da desbrota, na produção de eucalipto em regime de talhadia e avaliar o efeito da adubação na produção de madeira de eucalipto, distribuição e compartimentação dos nutrientes nos componentes dessa planta, em estudo, na primeira e segunda rotação. Foi utilizado um banco de dados de dois experimentos conduzidos na fazenda Gama, pertencente a empresa Gerdau, S.A, localizada no município de Lassance- MG. Para avaliação dos três clones: GG 050, GG100 e GG157, todos híbridos de *Eucalyptus urophylla*, ao longo dos 84 meses, foi estabelecido um experimento conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três repetições. Foram mensuradas:

Circunferência a altura do peito (CAP), altura comercial e total na idade de 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 meses. Após a última avaliação foram abatidas três árvores médias dentro de cada bloco, obtendo amostras simples dos componentes: folha, galho, casca, lenho e tronco. Em cada componente foi determinada a matéria seca (MS), o teor e conteúdo dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S. Para avaliação do sistema de talhadia, foi estabelecido um experimento conduzido sobre as cepas remanescentes do primeiro corte do clone GG 157, para estudo do crescimento da brotação em segunda rotação. Foram mensuradas as mesmas características acima. Foram obtidos a MS, os teores e conteúdos dos nutrientes: N, P, K, Ca e Mg nos componentes: folha, galho, casca, lenho e tronco. Os clones GG 050 e GG 157 apresentam taxa de crescimento volumétrico muito similar, enquanto que o GG 100 teve taxa inferior, aos 84 meses de idade. Entretanto, a taxa se iguala para os clones GG 100 e GG 050, nesta idade. O acúmulo de biomassa da parte aérea e do tronco, ao longo da idade dos três clones, segue comportamento semelhante ao que se observa para produção de volume de tronco. O clone GG 050 é o que mais acumula nutrientes na parte aérea e no tronco quando comparado com os clones GG 100 e GG 157, com exceção para P e K, sendo em geral, o GG 050 menos eficiente na utilização dos nutrientes do que estes dois últimos, nesta região. O ganho de produtividade do tronco com a adubação e a combinação da altura que os brotos estavam ao realizar a desbrota e número de brotos permanecidos, variou entre 140,23 % e 128,57 % de acordo com os tratamentos H2NB1 e H1NB1, respectivamente. O não suprimento de nutrientes em sistema de talhadia reflete em menor acúmulo de nutrientes na árvore e queda de produtividade tanto do lenho como tronco. Árvores no sistema de talhadia utilizam mais eficientemente os nutrientes na produção de tronco do que aquelas em regime de alto fuste. A desbrota precoce (brotações com 1m de altura) permite o melhor aproveitamento dos recursos de crescimento resultando em maior produtividade. O maior número de brotos por cepa reduz o crescimento diamétrico individual das hastes. O adequado manejo nutricional de povoamentos conduzidos por talhadia resulta na manutenção ou aumento de produtividade em relação à primeira rotação.

ABSTRACT

SILVA, Nathália Faria da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2013. **Yield and nutritional demand and efficiency of eucalypt clones in the firsts and second rotations.** Adviser: Nairam Félix de Barros. Co-Adviser: Júlio César Lima Neves.

Eucalyptus is one of the main forest tree used in plantations. In Brazil, in 2010, the area planted to eucalypt amounted 4.754.334 ha, of which 55.8% was in the southeast region (ABRAF, 2011). There are three types of stands: 1) new stands from seedlings; 2) replanted stands from seedlings and 3) stands from coppices. Clonal seedlings are used in these stands, but little information is available on the growth dynamic and nutrient requirement of the trees. Also, there is no much information on the effect of fertilization and time and number of pole selection to be conducted in each stump. Hence, the objectives of this study were to evaluate growth and nutrient demand of hybrid eucalypt clones in the first and second rotations; to evaluate the effect of pole size before the selection and pole number per stump; to evaluate the effect of fertilization on coppice production. Data from two experiments conducted in medium textured Red Yellow Latosol, in the cerrado region of Minas Gerais, were used. In the first experiment, growth and nutrient content of three *Eucalyptus urophylla* clones (GG 050, GG100 e GG157) were compared. Assessments (diameter and height) were performed at 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 month after planting. At the end of the first rotation (84 months), above ground biomass and nutrient content were determined from selected mean tree, in three replicates. In the second experiment, coppices of clone GG 157, received or not fertilization and one, two or four coppices, 1 m, 2 m or 4 m high, were conducted. At the end of 67 months, stem volume and biomass and nutrient content of tree above ground components were determined. Clones GG050 and GG157 showed a similar volume growth pattern and initially were superior to GG100. At age 84 months the volume of GG100 was similar to that of GG050. However, clone GG050 accumulated higher amount of nutrients than GG100 and GG157, except for P and K, and, in general, it was less efficient in nutrient utilization. Debarking in the field is recommended to reduce nutrient export, which varies from 20%, for sulfur, to 94%, for calcium. Stem volume of the fertilized plots was 92% higher than the unfertilized ones. Stands conducted by coppicing showed a higher nutrient utilization than those of first rotation. Fertilizing the coppices leads to a lower (51%) nutrient exportation in the bark than the unfertilized coppices (63%). Earlier pole selection (1 m high) resulted in higher production than later selection (2 or 4 m high). The best coppicing treatment (2 poles

per stump, selected with 1m height and fertilized) produced 65% more wood than in the first rotation.

INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Eucalyptus* é uma das principais essências florestais cultivadas no Brasil. Em 2010, a área com plantios desse gênero totalizou 4.754.334 ha, com 55,8 % concentrados na região sudeste do país. O valor bruto da produção de florestas plantadas, em 2010, correspondeu a R\$ 51,8 bilhões, 20,7 % superior em relação ao ano anterior (ABRAF, 2011). Além da contribuição econômica para o país, este setor tem grande relevância ambiental e social.

O manejo de povoamentos de eucalipto no Brasil envolve a implantação de novos plantios ou a reforma de plantios já existentes ou a condução da rebrota de cepas, também conhecida por “talhadia”. A eucaliptocultura brasileira está baseada principalmente no cultivo de clones, que são selecionados regionalmente em razão de sua adaptação às condições climáticas (Xavier e Silva, 2010; Rosado et al., 2012). Embora os nutrientes sejam outro fator fundamental no crescimento de plantas, principalmente na região de cerrado devido à baixa fertilidade dos solos, os aspectos nutricionais têm sido pouco relevados no processo de seleção de materiais genéticos de eucalipto. Souza (1994) diz que para que os ganhos da seleção sejam maximizados, é preciso proceder-se à caracterização dos genótipos em todos os seus aspectos, inclusive os nutricionais, especialmente, em solos de baixa fertilidade. Barros et al. (1986) relatam que altas produtividades podem ser atingidas com o uso de material genético superiores e com a otimização do uso dos fatores ambientais, sobretudo, água e nutrientes.

Com a crise econômica que ocorreu no final de 2008, muitas empresas buscaram reduzir seus gastos, e uma das alternativas foi à ampliação de áreas conduzidas por rebrota (Talhada). Entre 2009 e 2010 houve aumento da área de plantios conduzidos por rebrota, que passaram de 56.050 ha, em 2008, para 63.911 ha, em 2010, ou seja, um aumento de 14,0 % (ABRAF 2011).

A produtividade de plantios conduzidos por talhadia tem sido menor do que a conseguida no regime de alto fuste que é povoamento conduzido a partir de mudas clonais (Faria et al., 2002, Gava, 1997), com redução que pode atingir 50 %. Barros e Comerford (2002) afirmam que, se mantida a disponibilidade dos fatores de crescimento do sistema de alto fuste, a queda de produtividade pode ser minimizada ou até mesmo pode nem ocorrer, e que, na maioria das vezes, a queda seria explicada pela redução na

disponibilidade de nutrientes para as árvores conduzidas por talhadia. Contudo, segundo Stape (1997) a queda da produtividade das brotações pode depender do manejo silvicultural adotado, englobando o material genético, a sobrevivência, a altura das brotações na época de corte, o manejo de formigas cortadeiras e cupins, a época de corte do plantio anterior, a competição com ervas daninhas, a época e intensidade de desbrota, os danos causados à cepa e ao solo durante a colheita, dentre outros fatores.

A adoção de talhadia não é recente no Brasil. No final da década de 1970 e início de 1980, iniciaram-se os estudos sobre a influência da idade de corte, número de brotos por cepas (Nascimento Filho et al., 1982; Paiva et al., 1983; Pereira et al., 1980; Couto e Gomes, 1986; Simões e Couto, 1985) e fertilização (Balloni e Silva, 1978; Paula Neto et al., 1982). No entanto, com o surgimento dos clones houve redução na condução de brotação. No meados da década de 1990, alguns estudos sobre talhadia foram publicados, destacando-se os de Barros et al. (1997), Reis e Reis (1997), Stape (1997), Faria et al. (2002) e Cavichiollo et al. (2004). Estudos comparando a produtividade e demanda nutricional de diferentes clones em um mesmo sítio ou sítios diferentes são relativamente escassos, apesar da sua importância para a seleção de clones mais produtivos e eficientes nutricionalmente. Santana et al. (2002) relatam diferenças na eficiência de utilização de nutrientes e na produção de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. Faria et al. (2008) caracterizaram vários clones quanto à eficiência nutricional e verificaram diferenças significativas entre eles, sinalizando com a possibilidade de racionalização no uso de fertilizantes. Mais recentemente, Rosado et al. (2012) realizaram estudos sobre a seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com a produtividade, a estabilidade e a adaptabilidade.

Estudos nesse seguimento podem contribuir para a seleção de clones mais produtivos e adaptados as condições edafoclimáticas específicas, e contribuiriam para um melhor manejo da adubação, alocação de clones, de acordo com a fertilidade do solo, visando redução de custos, etc.

Este trabalho teve como objetivo geral comparar o crescimento, a produção, a demanda nutricional de três clones de eucalipto em regime de alto fuste, avaliar o efeito da adubação e do manejo de brotos na produtividade e na eficiência nutricional de plantios conduzidos por talhadia na região de Três Marias, Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTA PLANTADAS. ABRAF. Anuário Estatístico da ABRAF 2011 – Ano Base 2010. Brasília, 130p., 2011.

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

BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, v. 2, p. 487-592, 2002.

BARROS, N. F.; TEIXEIRA, P. C.; TEIXEIRA, J. L. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. **Série Técnica – IPEF**, v. 11, n. 30, p. 79-88, 1997.

CAVICHIOLO, S.R.; DEDECEK, R.A. & GAVA, J.L. Preparo do solo e o estado nutricional da rebrota de *Eucalyptus saligna*. **Revista Scientia Florestalis**, n.66, p. 120-127, dez. 2004.

COUTO, L.; GOMES, J.M. Regeneração de povoamentos de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n. 144, p. 31- 35, 1986.

FARIA, G.E. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. Viçosa, UFV, p.49., 2000. (Dissertação de Mestrado)

FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; CUNHA, V.L.P.; MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C. 2008. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus* spp. no Vale do Jequitinhonha, MG. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 3, p. 363-373, jul.-set, 2008.

FARIA, G.E., BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., LIMA, J.C. & TEIXEIRA, J.L. Produção e estado nutricional de povoamento de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta a adubação potássica. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.577-584, 2002.

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.

NASCIMENTO FILHO, M.B.; MAGALHÃES, J.G.R.; FERNANDES, J.C.; PEREIRA, A.R. Influência da altura de corte sobre a sobrevivência das touças de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte: SBS, p. 389- 390, 1982.

PAIVA, H.N.; PAULA NETO, F.; BRANDI, R.M.; VALE, A.B. Influência das idades de corte e de desbrota e do número de brotos sobre o desenvolvimento da brotação de cepas de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.7, p.1-10, 1983.

PAULA NETO, F.; PEREIRA, A.R.; BRANDI, R.M.; PAIVA, H.N. Fatores que influem no desenvolvimento de brotações em povoamentos de eucaliptos. **Revista Árvore**, v.6, n.2, p. 133- 9,1982.

PEREIRA, A.R.; REGAZZI, A.J.; RIBEIRO, J.C.; RAMALHO, L.R. Efeito do diâmetro das cepas no desenvolvimento de brotações de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**. v.4, n.2, p. 215- 220, 1980.

REIS, G.G.; REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica - IPEF**, v. 11, n. 30, p. 9-22, 1997.

ROSADO, A.M.; ROSADO, T.B.; ALVES, A.A.; LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p.964-971, jul. 2012.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 447-457, jul./ago. 2002.

SIMÕES, J.W.; COUTO, N.A.S. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith, em segunda rotação. **IPEF**, v.31, p.23-32, 1985.

STAPE, J. L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF**, v.11, n. 30, p. 51-62, mai. 1997.

CAPÍTULO I

PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE EUCALIPTO, EM ALTO FUSTE, NA REGIÃO DE TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS

RESUMO

A eucaliptocultura brasileira está baseada principalmente no cultivo de clones, que são selecionados regionalmente em razão de sua adaptação às condições climáticas. Embora os nutrientes sejam outro fator fundamental no crescimento de plantas, principalmente na região de cerrado, devido à baixa fertilidade dos solos, os aspectos nutricionais têm sido pouco relevados no processo de seleção de materiais genéticos de eucalipto. Poucos clones foram desenvolvidos e selecionados para algumas regiões do cerrado de Minas Gerais, destacando-se, contudo, alguns clones selecionados na região de Três Marias, em solos arenosos ou de textura média. Nenhum estudo específico foi ainda conduzido para avaliar a exigência nutricional desses clones. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade, a demanda e a eficiência nutricional de três clones selecionados na região de Três Marias, Minas Gerais. O experimento foi instalado no município de Lassance, Minas Gerais, na Fazenda Gama, pertencente a Gerdau S. A. com os clones GG050, GG100 e GG157, todos híbridos de *Eucalyptus urophylla*. O solo da área de estudo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo com textura franco-arenoso. O plantio foi realizado no espaçamento 3,8 x 2,4 m, e cada clone foram plantados em talhões puros, com área em torno de 25 ha. Foram realizadas a aplicação de calcário dolomítico e adubação básica, segundo os critérios da empresa. Talhões cultivados próximos um dos outros foram selecionados, numa sequência de idades (6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 meses) e neles estabelecidas aleatoriamente três parcelas de 100 árvores cada, para as medições. Em cada parcela mediu-se a circunferência à altura do peito (CAP), a altura comercial (Hc) (até o diâmetro de 4 cm) e a altura total (Ht) de todas as árvores. Em seguida, em cada idade, três árvores com dimensões em torno da média foram abatidas em cada parcela, separando-se os componentes: folha, galho, casca e lenho, que foram pesados no campo e amostrados para determinação do peso de matéria seca e análise química para determinação do teor dos nutrientes. Posteriormente, obteve-se o conteúdo nos compartimentos da árvore e eficiência de utilização dos nutrientes no tronco. O

experimento foi analisado como delineamento inteiramente casualizado. O volume, a massa e conteúdo dos macronutrientes na matéria seca de cada componente da árvore foram submetidos à análise de variância. Ajustaram-se equações de regressão relacionando as características de crescimento e a idade das árvores. Os coeficientes das equações foram submetidos ao teste t a 5 % de probabilidade. O volume, biomassa do lenho do tronco, tronco e parte aérea, conteúdo dos nutrientes e coeficiente de utilização biológica (Eficiência de Utilização dos Nutrientes), na última idade de mensuração (84 meses), foram analisados por meio do teste Tukey a 5 % de probabilidade. Os clones GG 050 e GG 157 apresentam taxa de crescimento volumétrico muito similar, enquanto que o GG 100 teve taxa inferior, aos 84 meses de idade. Entretanto, a taxa se iguala para os clones GG 100 e GG 050, nesta idade. O acúmulo de biomassa da parte aérea e do tronco, ao longo da idade dos três clones, segue comportamento semelhante ao que se observa para produção de volume de tronco. O clone GG 050 é o que mais acumula nutrientes na parte aérea e no tronco quando comparado com os clones GG 100 e GG 157, com exceção para P e K, sendo em geral, o GG 050 menos eficiente na utilização dos nutrientes do que estes dois últimos, nesta região.

ABSTRACT

SILVA, Nathália Faria da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March de 2013. **Yield and nutritional demand and efficiency of eucalypt in the first rotation in Três Marias region, Minas Gerais State.** Adviser: Nairam Félix de Barros. Co-adviser: Júlio César Lima Neves.

Eucalypt plantations in Brazil are based mainly on clones, usually selected on a regional basis aiming at their adaptation to the soil and climatic conditions. Although mineral nutrients are one of the growth factor, little attention has been given to nutritional efficiency during the clone selection process. Only a few clones have been selected for sandy soils of the cerrado area, but there are no studies to characterize them in terms of nutritional efficiency. This study aims to evaluate growth and nutrient demand and use efficiency of three eucalypt clones selected on medium textured soils of the cerrado in Minas Gerais State, Brazil. We used a bank data from a test to compare clone behavior conducted by Gerdaul Forest Company. Clones GG050, GG100 and GG157 (selected from *Eucalyptus urophylla* populations) were compared for growth on an age series ((6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 months) and nutrient accumulation in the above ground biomass at age 84 months. The trial is located on a medium textured Red Yellow Latosol, and the trees planted in the 3.8 x 2.4 m spacing. Three plots of 100 trees of each clone were used for the assessments. For the above ground biomass, three medium size trees were selected, felled and sampled for dry matter determination and nutrient analyses. Regression equations were adjusted relating growth and age, and nutrient accumulation among clones was compared by the Tukey test at 5% probability. Clones GG050 and GG157 showed a similar volume growth pattern and initially were superior to GG100. At age 84 months the volume of GG100 was similar to that of GG050. However, clone GG050 accumulated higher amount of nutrients than GG100 and GG157, except for P and K, and, in general, it was less efficient in nutrient utilization. Debarking in the field is recommended to reduce nutrient export, which varies from 20%, for sulfur, to 94%, for calcium.

1. INTRODUÇÃO

A eucaliptocultura brasileira está baseada principalmente no cultivo de clones, que são selecionados regionalmente em razão de sua adaptação às condições climáticas (Xavier e Silva, 2010; Rosado et al., 2012). Embora os nutrientes sejam outro fator fundamental no crescimento de plantas, principalmente na região de cerrado devido à baixa fertilidade dos solos, os aspectos nutricionais têm sido pouco relevados no processo de seleção de materiais genéticos de eucalipto. Souza (1994) diz que para que os ganhos da seleção sejam maximizados, é preciso proceder-se à caracterização dos genótipos em todos os seus aspectos, inclusive os nutricionais, especialmente, em solos de baixa fertilidade. Barros et al. (1986) relatam que altas produtividades podem ser atingidas com o uso de material geneticamente superior e com a otimização do uso dos fatores ambientais, sobretudo, água e nutrientes.

O conhecimento da exigência nutricional de espécies florestais tem grande importância na alocação dos plantios dos diferentes materiais genéticos, na diferenciação do manejo de adubação, na definição de métodos de colheita visando reduzir a exportação de nutrientes, na reposição dos nutrientes exportados, dentre outros (Faria et al., 2008). Por falta de tais informações, na maioria das vezes, a recomendação da adubação tem sido feita de maneira generalizada, sem considerar as possíveis diferenças na exigência e demanda nutricional, mesmo quando diferentes materiais genéticos são cultivados. Para a região do Vale do Jequitinhonha, Faria et al. (2008) caracterizaram vários clones quanto à eficiência nutricional e verificaram diferenças significativas entre eles. Trabalho similar, na mesma região e no Vale do Rio Doce, foi conduzido por Mollica (1992), que confirmou o fato de que clones de eucalipto de cruzamento controlado podem apresentar diferenças na demanda de nutrientes de acordo com os progenitores. Poucos clones foram desenvolvidos e selecionados para outras regiões do cerrado de Minas Gerais, destacando-se, contudo, alguns clones selecionados na região de Três Marias, em solos arenosos ou de textura média. Todavia, nenhum estudo específico foi ainda conduzido para caracterizar a exigência nutricional desses clones, nesta região.

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o crescimento, a demanda nutricional e a eficiência de utilização de nutrientes de três clones selecionados na região de Três Marias, Minas Gerais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Características da área experimental e procedimentos adotados na implantação do estudo

O estudo foi realizado no município de Lassance, Minas Gerais, na Fazenda Gama, pertencente a Gerdau S. A.

A Fazenda do Gama pertence ao Grupo Gerdau desde 1988. Suas coordenadas geográficas são 18° 01' latitude Sul e 44° 47' longitude Oeste e altitude de 850 m. A precipitação média anual é de 1.250 mm, com período seco de maio a outubro. A temperatura média é de 21,3 °C, atingido máxima de 38 °C e mínima de 10 °C. No período seco a umidade relativa oscila de 10 a 40%.

O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen-Geiger, ou seja, tropical com estação seca de inverno, que é um clima megatérmico, em que todos os meses do ano a temperatura média mensal é superior a 18 °C, e em pelo menos um dos meses do ano há precipitação pluvial média inferior a 60 mm (Golfari, 1978).

Foram utilizados os clones GG 050, GG 100 e GG150, todos híbridos de *Eucalyptus urophylla*. Estes clones foram selecionados pela empresa para a região de Três Marias- MG. Vale ressaltar que o clone GG 100 é plantado em larga escala, praticamente, em todo o país.

O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho- Amarelo, cujas características químicas e físicas de 0- 40 cm de profundidade são apresentadas nos quadros 1 e 2. O plantio dos clones foi realizado no espaçamento 3,8 x 2,4 m, e cada clone foram plantados em talhões puros, em área de aproximadamente 25 ha.

Quadro 1- Caracterização química do solo da área experimental de 0- 40 cm de profundidade

	pH	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	M
	H ₂ O	dag/kg	mg/dm ³	—————			cmol _c /dm ³	—————			%		
GG050	4,9	1,6	1,3	16,4	0,12	0,09	0,59	3,47	0,25	0,84	3,72	6,8	70
GG100	4,7	1,2	0,6	17,9	0,14	0,09	0,57	2,81	0,28	0,85	3,08	9,0	67
GG157	4,8	1,5	1,0	13,7	0,13	0,09	0,60	3,72	0,25	0,85	3,97	6,4	70

pH em água, relação 1:2,5 ; (t): Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; P e K pelo Extrator Mehlich-1; (T): Capacidade de Troca Catiônica a pH7,0; Ca, Mg e Al³⁺: Extrator KCl 1 mol/L; V: Saturação por bases; (H+Al): Extrator Acetato de Cálcio, 0,5 mol/L, pH 7,0; m: Saturação por Alumínio; Mat.Org.(MO)= C.Org x 1,724, pelo método Walkley- Black; SB: Soma de Bases trocáveis.

Quadro 2: Caracterização física do solo da área experimental de 0- 40 cm de profundidade

	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe textural
	————— % —————				
GG050	43	32	7	18	Franco-arenoso
GG 100	42	35	5	18	Franco-arenoso
GG 157	39	35	8	18	Franco-arenoso

Na época do plantio foram aplicados 1000 kg/ha de calcário dolomítico a lanço, em área total, e 350 kg/ha de superfosfato simples, em filete contínuo. Imediatamente após o plantio das mudas, aplicaram-se 120 kg/ha da formulação 10-30-10+ 0,5 % B+ 0,5 % Zn em covetas laterais, a 15 cm das mudas. A adubação de cobertura foi parcelada em duas aplicações; na primeira aplicaram 150 kg/ha da formulação 14-00-28+0,5 % B+0,3 % Zn após oito meses do plantio, e na segunda 200 kg/ha da formulação 14-00-28+0,5% B+0,3% Cu, após vinte meses do plantio. Ambas as aplicações foram feitas manualmente, com distribuição dos fertilizantes na projeção da copa das plantas.

3.2. Delineamento estatístico, idade e medições

Talhões cultivados próximos um dos outros foram selecionados, numa sequência de idades de 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 meses e neles estabelecidas

aleatoriamente três parcelas de 100 árvores (912 m²) para as medições. Em cada parcela mediu-se a circunferência à altura do peito (CAP), a altura comercial (Hc) (até o diâmetro de 4 cm) e a altura total (Ht) de todas as árvores. Em seguida, em cada idade, três árvores com dimensões médias foram abatidas em cada parcela, separando-se os componentes: folha, galho, casca e lenho, que foram pesados no campo e amostrados (200 g) para determinação do peso de matéria seca e análise química para determinação do teor de nutrientes. O experimento foi analisado como delineamento inteiramente casualizado.

O tronco foi dividido em quatro partes (0-25, 25-50, 50-75 e 75-100 % da altura comercial) e um disco de aproximadamente 5 cm de espessura retirado de cada parte, separando a casca do lenho e tomando-se o diâmetro e a massa da matéria fresca de cada componente. Amostras simples foram retiradas, pesadas, acondicionadas em sacos de papel e secas por 72 horas à 65 °C, em estufa com circulação forçada de ar, até atingir peso constante, pesando novamente para determinação da massa de matéria seca.

Foi determinado o volume do tronco utilizando a fórmula de Smalian (Campos, 1983) como mostrado abaixo.

$$V = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A + a}{2} \right) * L$$

V = Volume do tronco;

A= Área transversal da seção maior;

a= Área transversal da seção menor;

L= Comprimento da seção;

n= Número de seções.

3.3. Teor, conteúdo dos nutrientes e coeficiente de utilização biológica

Amostras simples: casca, lenho, folhas e galhos, de cada clone de eucalipto e suas repetições, foram levadas para laboratório de análise foliar para proceder a determinação de N, P, K, Ca, Mg e S. As amostras do material vegetal foram moídas em moinho tipo Wiley, passadas em peneira de 0,5 mm, e submetidas à digestão nitroperclórica. O P foi determinado por colorimetria, K por fotometria de emissão de

chama, Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica, N por titulação após a digestão pelo método de Kjeldahl e S por turbidimetria, (Alvarez V. et al., 2001).

Posteriormente, calculou-se o conteúdo dos nutrientes nos componentes das árvores, expressando-os em kg ha^{-1} , ao multiplicar a matéria seca e o teor de nutrientes de cada componente das árvores-amostras pelo número de árvores em um hectare. Calculou-se, ainda, o Coeficiente de Utilização Biológica (kg de matéria seca/ kg de nutriente) (Barros et al., 1986) dos nutrientes no tronco, que foi chamado de eficiência de utilização dos nutrientes, dividindo-se a massa do tronco (t/ha) pelo conteúdo de cada nutriente neste compartimento (kg/ha).

3.4. Análise estatística

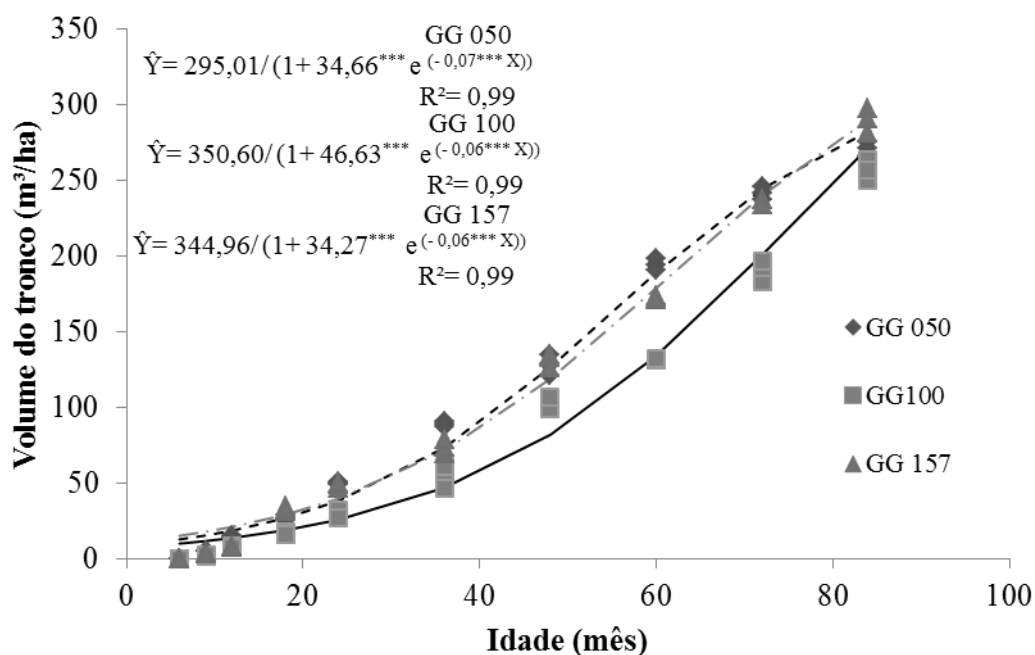
Os dados foram analisados considerando-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

O volume, a massa e conteúdos dos macronutrientes na matéria seca de cada componente da árvore foram submetidos à análise de variância. Ajustaram-se equações de regressão relacionando as características de crescimento (massa do lenho, tronco e parte aérea dos componentes da árvore) em função da idade da árvore. Os coeficientes das equações foram submetidos ao teste t a 5 %.

O volume, a biomassa do lenho, do tronco e da parte aérea, o conteúdo dos nutrientes e o coeficiente de utilização biológica, na última idade de mensuração, foram analisados por meio do teste Tukey a 5 %.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de crescimento volumétrico variou entre os clones, particularmente entre 20 e 80 meses de idade. Neste período, os clones GG 050 e GG 157 apresentaram taxa de crescimento muito similar, enquanto que o GG 100 teve taxa inferior (Figura 1). Entretanto, a taxa se igualou para os clones GG 100 e GG 050 na idade de 84 meses. É provável que, pela tendência da curva, o volume do GG 100 fosse maior após esta idade tendo em vista a declividade mais acentuada para sua curva de crescimento após a idade de 50 meses, quando a secção correspondente da curva foi linear (Figura 1). Aos 84 meses de idade o clone GG 157 foi o mais produtivo, seguido dos clones GG 050 e GG100, os quais não apresentaram diferença estatística entre si (Quadro 3).



*** indica significância pelo teste t.

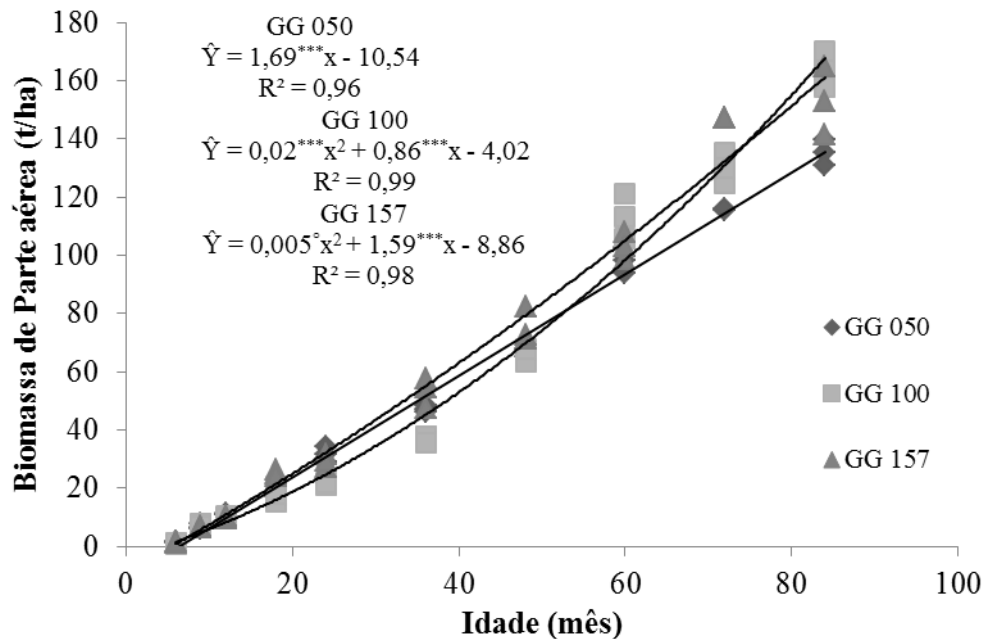
Figura 1 – Volume de tronco de três clones de eucalipto em função da idade, na região de Três Marias, Minas Gerais.

O acúmulo de biomassa da parte aérea e do tronco ao longo da idade foi bastante semelhante ao que se observou para volume (Figuras 2 e 3) e reforça a expectativa de que o volume do clone GG 100 suplante aos dos demais em idade superior a 84 meses, visto que na última avaliação da biomassa da parte aérea e do tronco deste clone os valores já foram superiores ao do clone GG 050 (Quadro 3). O aumento de peso mais acentuado do que o de volume do GG 100 em comparação com GG 050, indica maior aumento em densidade da madeira do GG 100 com a idade, o que é de grande importância tanto para produção de carvão como de celulose.

Quadro 3 – Volume e biomassa de componentes da parte aérea de três clones de eucalipto, aos 84 meses de idade, cultivados na região de Três Marias, Minas Gerais

Clone	Volume de tronco	Lenho	Tronco	Parte aérea
	m ³ /ha			
GG 050	271,06 B	104,93 B	117,01 B	135,32 B
GG 100	257,07 B	129,50 A	153,17 A	163,96 A
GG 157	290,27 A	125,20 A	138,93 A	153,03 AB

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

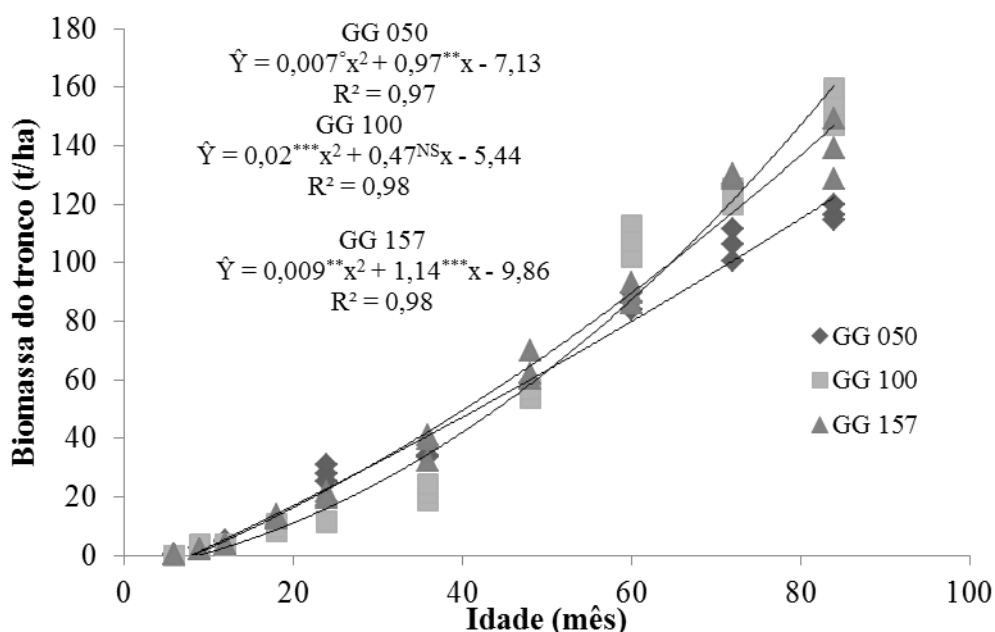


° e *** indicam significância a 5 e 0% respectivamente, pelo teste t.

Figura 2 – Biomassa da parte aérea de três clones de eucalipto, em função da idade, na região de Três Marias, Minas Gerais.

A produção de matéria seca de tronco, aos sete anos de idade para os três clones, representa, em média, 90 % do total da produção de matéria seca da parte aérea. O trabalho de Ladeira (1998), estudando crescimento, produção de biomassa e eficiência de utilização de nutrientes em *Eucalyptus spp*, em sequência de idades, na região de Três Marias- MG, mostra que para o *Eucalyptus urophylla* a produção de biomassa do tronco correspondeu a 81,6 % da biomassa de parte aérea total. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de os plantios estudados por esse autor serem provenientes de sementes e não de estaquia, como os relatados neste trabalho. Stape et al. (2008) verificaram que povoamentos de mudas seminais alocam mais carbono nas raízes do que na parte aérea. Pereira et al. (1984) mostram que, com o aumento da idade de plantas de *Eucalyptus grandis*, a proporção de madeira na biomassa total aumenta, ao passo que a de casca, galhos e folhas diminuiu. Resultado análogo foi constatado no trabalho de Schumacher e Caldeira (2001) estudando produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii*, aos quatro anos de idade, em que a produção de tronco correspondeu a 77 % da produção de biomassa da parte aérea. Faria et al. (2008) confirmam esta maior tendência de produção de biomassa do tronco em relação a parte aérea, com aumento da idade, e verificaram que híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla* tenderam alocar maior percentagem de biomassa de tronco (92,3

%) em relação à copa. As diferenças encontradas em vários trabalhos quanto à partição da biomassa, provavelmente, se devem a diferenças na disponibilidade dos fatores de crescimento, aspectos genéticos, características edafoclimáticas, etc (Schumacher e Caldeira, 2001). Vários trabalhos mostram, por exemplo, que a restrição de água e, ou, de nutrientes conduz a uma maior locação relativa de carbono nas raízes (Reis et al., 1985; Moroni et al., 2003; Oliveira Neto et al., 2003; Reis, et al., 2006), reduzindo a produção de parte aérea da árvore.



°, **, *** e ^{NS} indicam significância a 5%, 0,1%, 0% e não significativo respectivamente, pelo teste t.

Figura 3 – Biomassa do tronco de três clones de eucalipto, em função da idade, na região de Três Marias, Minas Gerais.

A variação na taxa de crescimento com o avanço da idade pode ser controlada geneticamente ou ser decorrente de alteração na eficiência do material genético em adquirir ou utilizar os fatores de crescimento. Os resultados apresentados no quadro 4 mostram que a diferença entre os clones não pode ser explicada pelo acúmulo de nutrientes na parte aérea, de modo geral, menor nos clones GG 100 e GG 157 em comparação com o GG 050, com exceção para o P. Os clones GG 100 e GG 157 se diferenciam em relação aos nutrientes K e Mg acumulados na parte aérea, sendo o primeiro mais exigente em relação a esses nutrientes. Estes dois clones apresentaram maior biomassa de parte aérea do que o GG 050 e menor exigência em nutrientes, à idade de 84 meses (Quadros 3 e 4).

A madeira geralmente é parte de maior interesse econômico e observa-se que o clone GG 050 é o que apresenta maior acúmulo de N, Mg e S. Os clones GG 100 e GG157 são análogos em relação ao acúmulo de N, P e S no tronco, se diferenciando em relação a K, Mg e Ca, sendo o GG 100 mais exigente nos dois primeiros nutrientes e o GG 157, no último (Quadro 4). Assim, na colheita do tronco, deve-se realizar manejo diferenciado da adubação para os novos plantios ou condução das brotações, principalmente em relação aos nutrientes que são mais exportados, que podem limitar a produtividade futura.

Quadro 4 – Conteúdo de nutrientes de componentes da parte aérea de três clones de eucalipto, aos 84 meses de idade, cultivados na região de Três Marias, Minas Gerais

Clone	Conteúdo de nutriente (kg/ha)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Folha						
GG 050	89,16 A	6,06 A	29,29 A	22,75 A	10,52 A	7,28 A
GG 100	66,39 A	6,95 A	27,49 A	29,54 A	6,74 A	5,74 A
GG 157	77,35 A	6,58 A	22,86 A	40,32 A	10,09 A	7,17 A
Galho						
GG 050	30,34 A	5,09 A	59,06 A	30,42 A	6,46 A	3,17 A
GG 100	8,07 A	1,28 A	14,45 B	13,82A	3,58 A	0,95 B
GG 157	19,13 A	6,01 A	25,25 B	29,24 A	6,53 A	2,48 AB
Lenho						
GG 050	204,02 A	2,23 B	70,88 AB	2,19 A	5,84 A	17,66 A
GG 100	96,62 B	3,24 B	78,31 A	2,79 A	1,86 B	9,51 B
GG 157	69,95 C	8,20 A	58,01 B	2,25 A	1,20 C	9,26 B
Tronco						
GG 050	240,06 A	9,01 B	133,65 B	156,39 A	39,37 A	20,74 A
GG 100	126,28 B	28,48 A	176,84 A	74,01 B	16,08 B	12,62 B
GG 157	111,36 B	21,62 A	126,98 B	161,73 A	13,16 C	12,25 B
Parte aérea						
GG 050	357,74 A	20,16 B	226,88 A	191,44 A	55,36 A	31,19 A
GG 100	216,08 B	38,53 A	223,50 A	126,52 B	28,19 B	18,77 B
GG 157	219,77 B	36,71 A	137,33 B	176,51 AB	25,16 C	20,52 B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

O descascamento do tronco, se possível, seria o mais recomendado a fim de evitar elevada exportação de nutrientes da área, em especial de Ca (Santana, 1994). A colheita somente do lenho evitaria a exportação de 22, 77, 53, 94, 83 e 20 % de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, em comparação com a colheita do tronco (Quadro 4). Ou seja, na casca encontra-se quantidade relevante, principalmente, de P, Ca, Mg e K.

Santana et al. (2008) estudaram a alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil e verificaram que a colheita do lenho manteria na área 72 % do Ca, 66 % do Mg, 47 % do P, 43 % do K e 30 % do N contidos na biomassa da parte aérea, à idade de 8,5 anos. Com a retirada do lenho haveria menor tendência de exaustão de nutrientes do solo e economia de fertilizantes nas adubações futuras.

O Ca e o Mg se acumulam mais na casca do que no tronco, já que no lenho seus conteúdos são baixos e, no tronco, são alto (Quadro 4). Resultado semelhante foi encontrado por Freitas et al. (2004), em *E. grandis* e por Leles et al. (1995), em *E. camaldulensis* e *E. pellita*. Esse acúmulo é resultado da baixíssima imobilidade do Ca no floema. O K e o N se acumulam na parte aérea, principalmente, na copa, como constatado no trabalho de Freitas et al. (2004). Entretanto, no trabalho de Faria et al. (2008), o Ca e o K foram os nutrientes presentes em maior quantidade no tronco, seguidos por Mg e P. Os dados de Santana et al. (2002) mostram que o Ca é o nutriente mais abundante na casca, enquanto no lenho é o K, e por isso os mais exportados. Os demais nutrientes ficaram distribuídos por todos os compartimentos da planta.

No trabalho de Zaia e Gama-Rodrigues (2004), a ordem de acúmulo de nutrientes na parte aérea em *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis* e de *E. pellita* foi: Ca > N > K > Mg > P. Resultados similares foram encontrados por Gama-Rodrigues e Barros (2002), em híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, aos 16 anos de idade, e no trabalho de Schumacher e Caldeira (2001) em *E. globulus*. Faria et al. (2008) encontraram acúmulo de nutrientes na parte aérea e no tronco na seguinte sequência: N > Ca > K > Mg > P para híbridos interespecíficos de *Eucalyptus* spp., aos 57 meses de idade, semelhantemente ao obtido em outros estudos (Reis e Barros, 1990; Santana et al., 2002). Neste estudo, observa-se uma pequena inversão (Quadro 4) na sequência no conteúdo total de nutrientes na parte aérea, ficando N > K > Ca > Mg > S > P. A inversão de Ca com K pode ser decorrente do baixo teor de Ca no solo da área experimental e aos períodos de seca prolongados, que reduzem a taxa transpiratória e o fluxo de massa. Schumacher e Poggiani (1993) explicam em seu trabalho que o acúmulo de nutrientes na biomassa arbórea varia de elemento para elemento em função das características nutricionais de cada espécie, dos diferentes níveis de fertilidade do solo e da idade da floresta. Além disso, tem-se que o conteúdo de nutrientes é consequência da concentração e da produção de biomassa (Moura, 2006).

A quantidade de nutrientes acumulados tanto na parte aérea como no tronco em *E. urophylla*, aos 84 meses de idade, em Três Marias-MG (Ladeira, 1998), foi menor para N, P, K, Ca e Mg quando comparada com a deste estudo. Este fato deve-se provavelmente, à menor fertilidade do solo de Três Marias. Oliveira Neto (1996) relata que a absorção e distribuição de nutrientes para os diferentes compartimentos da planta dependem, entre outros fatores, da espécie, densidade de plantio, qualidade do sítio e da idade.

A restrição à absorção de nutrientes é um dos fatores responsáveis pela menor produção e maior variação na biomassa produzida entre materiais genéticos (Molica, 1992; Santana, 1994).

A utilização de nutrientes para a produção do tronco ocorreu de forma variada entre clones, de acordo com o nutriente considerado (Quadro 5). Contudo, o clone GG 100 apresenta, de modo geral, maior utilização dos nutrientes em estudo, com exceção de P e K. Isso se justifica por este ter apresentado menor conteúdo dos nutrientes no tronco em relação à biomassa desse compartimento, com exceção de P e K, que mostraram maior acúmulo. Já o clone GG 050 apresentou menor utilização dos nutrientes, exceto para P. Portanto, este clone apresenta menor produtividade, maior exigência de nutriente e menor produção de matéria seca de tronco por kg de nutriente acumulado, ou seja, menor retorno econômico com a venda da madeira e maior exportação de nutrientes e gastos com fertilizantes.

Quadro 5 – Coeficiente de Utilização Biológica para produção de massa de tronco de três clones de eucalipto, aos 84 meses de idade, cultivados na região de Três Marias, Minas Gerais

Clone	CUB					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg de matéria seca/ kg de nutriente					
GG 050	475 B	12989 A	885 B	682 B	3052 B	5663 C
GG 100	1294 A	5642 B	866 B	2144 A	9575 A	11142 A
GG 157	1236 A	6430 B	1140 A	1240 B	10968 A	7276 B

Média seguida da mesma letra maiúscula na coluna não difere entre si, pelo teste Tukey a 5%.

A utilização de nutrientes decresceu na seguinte ordem: P > S > Mg > Ca > N > K. No trabalho de Faria et al. (2008), a ordem decrescente foram: P > Mg > K > N > Ca. A mesma sequência foi registrada por Santana et al. (2000; 2002). Essa diferença

observada pode estar relacionada à idade das árvores, que foi diferente, maior neste estudo, à diferença na fertilidade do solo, dentre outros fatores. De modo geral, verifica-se baixa utilização de N, em razão de seu alto teor nas folhas verdes e pela retranslocação interna (Caldeira et al., 2002). Além disso, grande parte do N volta ao solo pela queda de serapilheira, sendo assim novamente integrado ao sistema produtivo por meio do ciclo biogeoquímico.

Os valores da utilização dos nutrientes N, P, Ca e Mg (Quadro 5) são superiores aos obtidos por Ladeira (1998). Valor elevado de eficiência de utilização dos nutrientes no final do ciclo geralmente indica maior restrição na disponibilidade do nutriente no solo para as plantas. A limitação imposta ao crescimento na rotação avaliada limitará o crescimento na rotação subsequente se o nutriente considerado não for fornecido na dose adequada (Ladeira, 1998, Santana et al., 2002).

A utilização de nutrientes aumenta com a idade da planta. Deste modo, o eucalipto apresenta maior eficiência de utilização de nutrientes quando rotações mais longas são adotadas. Esse aumento na eficiência decorre da ciclagem interna, que reduz a concentração de nutrientes nos diferentes compartimentos da planta, principalmente quando começa a formação do cerne. Outro fator que contribui para aumento da eficiência da utilização dos nutrientes é a redução da biomassa alocada na copa da árvore, cujos componentes são ricos em nutrientes e aumento da biomassa alocada na madeira, componente com menores teores de nutrientes.

O cultivo de genótipos com alta eficiência nutricional permite a efetivação de um manejo nutricional otimizado, além de reduções dos custos com fertilizantes e amenização da tendência de exaustão do solo (Molica, 1992), garantindo a manutenção do potencial produtivo do sítio por um maior período de tempo (Pereira, 1990; Reis e Barros, 1990; Grove et al., 1996; Grespan, 1997).

A comprovação de diferenças no comportamento nutricional entre espécies tem grande relevância prática, pois implica o plantio em solos mais pobres, de uma espécie menos exigente num determinado nutriente, ou indica a necessidade de uma adubação com maiores doses daquele nutriente, se uma espécie nutricionalmente pouco eficiente tem que ser plantada (Furtini Neto, 1994).

Outro ponto interessante é que a maior eficiência de utilização dos nutrientes não necessariamente está ligada à maior produtividade (Molica, 1992), como pode ser observado nos quadros 3 e 5 para o clone GG 100. Portanto, as espécies mais desejáveis são aquelas que apresentam alta eficiência de absorção e utilização de nutrientes, são altamente produtivas e que aloquem a máxima quantidade de biomassa e a mínima de nutrientes nos compartimentos colhidos, como madeira e casca.

Ao realizar uma análise conjunta dos dados obtidos neste trabalho infere-se que os clones GG 100 e GG 157 são aqueles com menores exigências nutricionais, maior eficiência de utilização dos nutrientes e com maior potencialidade de produção de tronco quando comparados ao clone GG 050.

5. CONCLUSÕES

Os clones GG 050 e GG 157 apresentam taxa de crescimento volumétrico muito similar, enquanto que o GG 100 teve taxa inferior, aos 84 meses de idade. Entretanto, a taxa se iguala para os clones GG 100 e GG 050, nesta idade.

O acúmulo de biomassa da parte aérea e do tronco, ao longo da idade dos três clones, segue comportamento semelhante ao que se observa para produção de volume de tronco.

O clone GG 050 é o que mais acumula nutrientes na parte aérea e no tronco quando comparado com os clones GG 100 e GG 157, com exceção para P e K, sendo em geral, o GG 050 menos eficiente na utilização dos nutrientes do que estes dois últimos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO, F.S.; SOUZA, R.B. & FONSECA, C.A. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa, MG, Editora UFV, 2001. 131p.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARMO, D. N.; NEVES, J. C. Classificação nutricional de sítios florestais- descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, 10:112-120, 1986.
- CALDEIRA, M. V. W.; RONDON NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 615-620, 2002.
- CAMPOS, J. C. C. Dendrometria. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univer., 1983. 43p., pt.1.
- FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; CUNHA, V.L.P.; MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C. 2008. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus* spp. no vale do Jequitinhonha, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 363-373, jul.-set, 2008.
- FREITAS, R.; SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W.; SPATHELF, P. Biomassa e conteúdo de nutrientes em povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização, no município de Alegrete- RS. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p.93-104, 2004.
- FURTINI NETO, A.E. **Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus* spp.** Viçosa: UFV, 1994. 99p. (Tese de doutorado).
- GAMA-RODRIGUES, A.C. & BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, 26:193- 207, 2002.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2^a aproximação). Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978, 66p. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. **Série Técnica**, 11).
- GRESPLAN, S.L. **Produção e eficiência nutricional de clones de eucalipto no norte do Espírito Santo e suas relações com características do solo**. Viçosa: UFV, 1997. 81p. (Dissertação de mestrado).
- GROVE, T.S.; THOMSON, B.D.; MALAJCZEK, N. Nutritional physiology of eucalypts: uptake, distribution and utilization. In: ATTIWILL, P.M. E ADAMS, M.A. (eds.) **Nutritional of eucalypts**. Collingwood: CSIRO, 1996. P. 77- 108.
- LADEIRA, B. C. **Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp., sob três espaçamentos, em uma sequência de idades**. 1999. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Distribuição de nutrientes em *Eucalyptus*

camaldulensis e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos, na região de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2, p. 862-863. 1158 p.

MOLICA, S.G. **Produção de biomassa e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de eucalipto em duas regiões bioclimáticas em Minas Gerais.** Viçosa, 1992. Tese (doutorado), Universidade Federal de Viçosa.

MORONI, M.T.; WORLEDGE, D; BEADLE, C.L. Root distribution of *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* in irrigated and droughted soil. **Forest Ecology and Management**, v. 177, p. 399-407, 2003.

MOURA, O. N. *et al.* Conteúdo de nutrientes na parte aérea e eficiência nutricional em *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 1, n. único, p. 23-29, 2006.

OLIVEIRA NETO, S.N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento.** Viçosa: UFV, 1996. 131. (Dissertação de mestrado).

OLIVEIRA NETO, S.N.D., REIS, G.G.D., REIS, M.D.G.F., NEVES, J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, 2003.

PEREIRA, A.R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* em região de cerrado.** Viçosa, 1990. 167p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

PEREIRA, A.R.; BARROS, N.F.; ANDRADE, D.C.; CAMPOS, P.T.A. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na região do cerrado. **Brasil Florestal**, n.59, p. 27- 37, 1984.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantio de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto.** Viçosa, MG: Folhas de Viçosa, 1990. p. 265-301.

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J.P.; REZENDE, G.C.; BARROS, N.F. Acúmulo de biomassa em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v.9, n.2, p.149-162, 1985.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; FONTAN, I.C.I.; MONTE, M.A.; GOMES, A.N.; OLIVEIRA, C.H.R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.921-931, 2006.

ROSADO, A.M.; ROSADO, T.B.; ALVES, A.A.; LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 966-973, 2012.

SANTANA, R.C. **Crescimento e eficiência nutricional de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios do estado de São Paulo.** Viçosa: UFV, 1994, 73p. (Dissertação de mestrado).

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Aboveground biomass, nutrient content, and nutrient use efficiency of eucalypt plantations growing in different sites in Brazil. **New Zealand Journal of Forest Science**, Rotorua, v. 30, n. 1, p. 225-236, 2000.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 447-457, 2002.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; LEITE, H.G.; COMERFORD, N.B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2723-2733, 2008.

SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, 2001.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, plantados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 21-34, 1993.

SOUZA, M.E. **Correlação adulto- juvenil para eficiência nutricional e comportamento de clones de *Eucalyptus grandis* em dois níveis de fertilidade de solo.** Viçosa: UFV, 1994. 49p. (Dissertação de mestrado).

STAPE, J.L.; BINKLEY, D.; RYAN, M.G. Production and carbon allocation in a clonal *Eucalyptus* plantation with water and nutrient manipulations. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 3, p. 920-930, 2008.

ZAIA, F. C.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:843-852, 2004.

XAVIER, A.; SILVA, R.L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

CAPÍTULO II

PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE EUCALIPTO EM REGIME DE TALHADIA, NA REGIÃO DE TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS- CERRADO

RESUMO

Uma das vantagens do eucalipto em relação a outras espécies florestais é sua capacidade de brotação após o abate da árvore. Feito o plantio inicial, duas ou mais colheitas podem ser realizadas sem que seja necessário um novo plantio de mudas. Este regime de manejo é denominado talhadia. Neste manejo, dependendo do uso da madeira, um ou mais brotos podem ser deixados por cepa, eliminando-se os demais. O que tem sido observado, na maioria das condições que se cultiva o eucalipto no Brasil, é a redução da produção nos cortes sucessivos em povoamentos manejados por talhadia. Em geral, essa redução pode ser atribuída à redução da disponibilidade de nutrientes, assim como os demais fatores de crescimento, além dos danos causados na colheita, pragas e doenças. Assim, os objetivos deste estudo são: 1) Avaliar a demanda nutricional do clone GG157 em regime de talhadia. 2) Avaliar o efeito da adubação na produção de madeira de eucalipto, distribuição e compartimentação dos nutrientes em povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. 3) Avaliar o efeito da altura e do número de brotos, na ocasião da desbrota, na produção de eucalipto manejados por talhadia. 4) Comparar a produtividade de madeira de eucalipto em alto fuste com regime de manejo de talhadia. O estudo foi realizado utilizando-se um banco de dados de experimento instalado no município de Lassance, Minas Gerais, na Fazenda Gama pertencente à Gerdau S. A. O experimento foi conduzido utilizando-se cepas remanescentes do primeiro corte do clone GG 157, híbrido de *Eucalyptus urophylla*. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho- Amarelo com textura franco-arenosa. Ressalta-se que as parcelas do experimento foram alocadas de forma aleatória, dentro de talhões comerciais de eucalipto, como área em torno de 25 ha. Foi realizada a aplicação de calcário dolomítico e fosfato natural reativo GAFSA antes do corte do alto fuste e a adubação de cobertura após o corte, conforme os tratamentos. O experimento foi conduzido em parcela subdividida, com três repetições, sendo testados oito tratamentos. Os tratamentos consistiram do fornecimento ou não de nutrientes pela calagem e adubação (parcelas) e a altura dos brotos e o número de brotos deixados por cepa no

momento da desbrota (subparcela). A desbrota foi realizada quando as plantas atingiram 1, 2 ou 4 m de altura, deixando um ou dois brotos por cepa. As parcelas foram constituídas por 720 cepas, cada subparcela 80 cepas, das quais somente as 48 cepas centrais foram mensuradas. Foram mensuradas aos 60 meses de idade a circunferência à altura do peito, a 1,30 m do solo (CAP), da altura comercial (H_c), definida pela altura até onde o diâmetro do tronco era de 4 cm, da altura total (H_t) e a sobrevivência das árvores das subparcelas úteis. Posteriormente, foram abatidas três árvores médias em cada subparcela, separando-se as folhas, os galhos, o lenho e a casca para determinação do peso de matéria úmida e, após amostragem, do peso de matéria seca. As amostras foram analisadas quimicamente para determinação dos macronutrientes. Por fim, calculou-se o conteúdo dos nutrientes nos compartimentos, a eficiência de utilização e o volume de tronco e lenho. Os dados foram submetidos à análise de variância e a média dos efeitos dos fatores estudados comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. O ganho de produtividade do tronco com a adubação e a combinação da altura que os brotos estavam ao realizar a desbrota e número de brotos permanecidos, variou entre 140,23 % e 128,57 % de acordo com os tratamentos H2NB1 e H1NB1, respectivamente. O não suprimento de nutrientes em sistema de talhadia reflete em menor acúmulo de nutrientes na árvore e queda de produtividade tanto do lenho como tronco. Árvores no sistema de talhadia utilizam mais eficientemente os nutrientes na produção de tronco do que aquelas em regime de alto fuste, nesta região. A desbrota precoce (brotações com 1m de altura) permite o melhor aproveitamento dos recursos de crescimento resultando em maior produtividade. O maior número de brotos por cepa reduz o crescimento diamétrico individual das hastes.

ABSTRACT

SILVA, Nathália Faria da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March de 2013. **Yield and nutritional demand and efficiency of eucalypt coppices in Três Marias region, Minas Gerais State.** Adviser: Nairam Félix de Barros. Co- adviser: Júlio César Lima Neves.

Eucalypt can be conducted by coppicing, and three or more harvests can be obtained from one seedling planting. However, in Brazil, in several regions reduced yield has been observed with harvesting successions. This reduction can be attributed to reduced nutrient availability, disease and insect attacks, among other factors. This study examined the effect of fertilization and number and size of the poles at the time of pole selection on growth and nutrient compartmentalization to the above ground tree portions. We also compared the yield and nutrient utilization of the first rotation with that of coppicing. The trial was conducted for clone GG157 (an *Eucalyptus urophylla* hybrid), in a medium textured Red Yellow Latossol, of the cerrado region in Minas Gerais State, Brazil. Trees were originally planted in the 3.8 x 2.4 m spacing and after the first harvesting, at age 84 month; the stand was conducted by coppicing. Treatments consisted of: a) fertilization or not; b) one, two or four poles per stump; and c) selection of poles 1, 2 or 4 m high, and repeated three times. Sixty months after treatment application, plots of 80 trees were used for the assessments. For the above ground biomass evaluation, three medium size trees were selected felled and sampled for dry matter determination and nutrient analyses. Data were submitted to analysis of variance and the means compared by the Tukey test at 5% probability. Stem volume of the fertilized plots was 92% higher than the unfertilized ones. Stands conducted by coppicing showed a higher nutrient utilization than those of first rotation. Fertilizing the coppices leads to a lower (51%) nutrient exportation in the bark than the unfertilized coppices (63%). Earlier pole selection (1 m high) resulted in higher production than later selection (2 or 4 m high). The best coppicing treatment (2 poles per stump, selected with 1m height and fertilized) produced 65% more wood than in the first rotation.

1. INTRODUÇÃO

Uma das vantagens do eucalipto em relação a outras espécies florestais é sua capacidade de brotação após o abate da árvore. Feito o plantio inicial, duas ou mais colheitas podem ser realizadas sem que seja necessário um novo plantio de mudas. Este regime de manejo é denominado talhadia. Após o corte de uma árvore de eucalipto o toco pode emitir várias brotações, em razão do estímulo de gemas adventícias ou que se achavam dormentes (Reis e Reis, 1997), dando origem a vários troncos.

No Brasil, a maioria dos plantios de eucalipto é manejada por talhadia, embora haja situações específicas, como a substituição de um material genético por outro, em que um novo plantio de mudas é realizado. No manejo por talhadia, dependendo do uso da madeira, um ou mais brotos podem ser deixados por cepa, eliminando-se os demais. Quando há falhas, mais de um broto pode ser deixado em uma ou mais cepas, de modo a recompor a população original.

A produção obtida em povoamentos de eucalipto manejados por talhadia seria, em princípio, semelhante à original desde que a disponibilidade de fatores de crescimento (água, luz, nutrientes, oxigênio e temperatura) não seja diminuída (Barros e Comerford, 2002). O que tem sido observado, na maioria das condições em que se cultiva o eucalipto no Brasil, é a redução da produção nos cortes sucessivos em povoamentos manejados por talhadia. Em geral, essa redução pode ser atribuída à redução da disponibilidade de nutrientes (Barros e Comerford, 2002), devido à exportação; compactação do solo (Jesus, 2012; Silva et al., 2006); danos causados às gemas durante a colheita (Santana, 2000); ataque de formigas cortadeiras e outras pragas (Klein et al., 1997); aumento gradativo do número de cepas que não brotam (Reis e Reis, 1997); regime hídrico (Reis e Reis, 1997), dentre outros. Faria et al. (2002) relatam reduções de produtividade que atingiram, aproximadamente, 50 % da inicial quando talhões de eucalipto não foram readubados com potássio após a primeira colheita. Quando a disponibilidade de nutrientes é baixa ocorre aumento da eficiência de utilização dos mesmos pelas árvores até atingir a eficiência crítica (Martins, 2004), a partir da qual há deficiência nutricional e redução de crescimento. Assim, pode-se hipotetizar que a eficiência de utilização de nutrientes por povoamentos de eucalipto manejados por talhadia seja menor na primeira do que nas rotações seguintes.

O número de brotos por toco influencia a produtividade do povoamento. Segundo Reis e Reis (1997), cada broto deixado na cepa comporta-se semelhantemente a uma planta isolada e contribui para aumentar a pressão sobre os recursos do meio à

medida que seu número aumenta. Por isso, a permanência de mais de um broto por toco estimula a competição entre eles pelos recursos de crescimento e, provavelmente, diferenças de tamanho entre brotos, se a quantidade de recursos do sítio for limitada. Se assim for, um menor número de brotos por toco permitirá maior crescimento dos brotos remanescentes. Simões e Couto (1985) observaram que o DAP médio e a altura média das brotações foram inversamente proporcionais ao número de brotos por touça. Nessa mesma linha, o retardamento na eliminação dos brotos excedentes contribuirá para intensificar a competição entre brotos de um mesmo toco. A desbrota precoce fará com que os recursos de crescimento sejam destinados ao (s) broto (s) remanescente (s), que deverá apresentar taxa de crescimento individual maior do que se vários brotos permanecem num mesmo toco. Embora tal procedimento possa não ter reflexo na produção final, certamente terá efeito no diâmetro e altura da haste remanescente, conforme apontam os resultados de Simões e Couto (1985).

A condução de brotação apresenta um custo menor que a reforma do talhão, ou seja, um novo plantio, tornando assim, uma alternativa para reduzir os custos de plantio. Por isso, nos últimos anos, em 2010, esse crescimento foi de 14% (ABRAF, 2011).

2. OBJETIVOS

- 1- Avaliar a demanda nutricional do clone GG157 em regime de talhadia.
- 2- Avaliar o efeito da adubação na produção de madeira de eucalipto, distribuição e compartimentação dos nutrientes em povoamentos de eucalipto manejados por talhadia.
- 3- Avaliar o efeito da altura e do número de brotos, na ocasião da desbrota, na produção de eucalipto manejados por talhadia.
- 4- Comparar a produtividade de madeira de eucalipto em alto fuste com regime de manejo de talhadia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Lassance, Minas Gerais, na Fazenda Gama, pertencente a Gerdau S. A.

A Fazenda do Gama pertence ao Grupo Gerdau desde 1988. Suas coordenadas geográficas são 18° 01' latitude Sul e 44° 47' longitude Oeste e altitude de 850 m. A precipitação média anual é de 1.250 mm, com período seco de maio a outubro. A

temperatura média é de 21,3 °C, atingido máxima de 38 °C e mínima de 10 °C. No período seco a umidade relativa oscila de 10 a 40%.

O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen-Geiger, ou seja, tropical com estação seca de inverno, que é um clima megatérmico, em que todos os meses do ano a temperatura média mensal é superior a 18 °C e, em pelo menos um dos meses do ano, há precipitação pluvial média inferior a 60 mm (Golfari, 1978).

Valores médios de características químicas e granulométricas foram determinados em amostra composta do solo obtida na camada de 0-40 cm de profundidade (Quadros 1 e 2).

Quadro 1- Características químicas do solo na camada de 0-40 cm de profundidade

	pH	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	T	V	M
	H ₂ O	dag/kg	mg/dm ³						cmol _c /dm ³				%
GG157	4,57	1,33	0,76	12,84	0,11	0,08	0,48	3,47	0,22	0,70	3,69	6,02	68,44

pH em água, relação 1:2,5 ; (t): Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; P e K pelo Extrator Mehlich-1; (T): Capacidade de Troca Catiônica a pH7,0; Ca, Mg e Al³⁺: Extrator KCl 1 mol/L; V: Saturação por bases; (H+Al): Extrator Acetato de Cálcio, 0,5 mol/L, pH 7,0; m: Saturação por Alumínio; Mat.Org.(MO)= C.Org x 1,724, pelo método Walkley- Black; SB: Soma de Bases trocáveis.

Quadro 2: Características texturais do solo na camada de 0-40 cm de profundidade

Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe Textural
%				
39	35	8	18	Franco-arenoso

O experimento foi conduzido utilizando-se cepas remanescentes do primeiro corte do clone GG 157, híbrido de *Eucalyptus urophylla*. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho- Amarelo com textura franco-arenosa, sendo bem drenado, profundo e de baixa fertilidade. Ressalta-se que as parcelas do experimento foram alocadas de forma aleatória, dentro de talhões comerciais de eucalipto puros, que tinha como área em torno de 25 ha.

O histórico da área, ou seja, na primeira rotação foram aplicados 1000 kg/ha de calcário dolomítico a lanço, em área total, e 350 kg/ha de superfosfato simples, em filete contínuo. Imediatamente após o plantio das mudas, aplicaram-se 120 kg/ha da formulação 10-30-10+ 0,5 % B+ 0,5 % Zn em covetas laterais, a 15 cm das mudas. A

adubação de cobertura foi parcelada em duas aplicações; na primeira aplicaram 150 kg/ha da formulação 14-00-28+0,5 % B+0,3 % Zn após oito meses do plantio, e na segunda 200 kg/ha da formulação 14-00-28+0,5% B+0,3% Cu, após vinte meses do plantio. Ambas as aplicações foram feitas manualmente, com distribuição dos fertilizantes na projeção da copa das plantas. O espaçamento de plantio foi 3,8 x 2,4 m. Após o primeiro corte resíduos das folhas e galhos ficaram na área.

No presente experimente foram aplicados 1000 kg/ha de calcário dolomítico, a lanço, e 250 kg/ha de fosfato natural reativo GAFSA em março de 2003, em filete contínuo. A calagem foi realizada antes de se efetuar o primeiro corte do povoamento e a adubação de cobertura após o corte, conforme a Quadro 3. Como adubação de cobertura foram aplicados 450 kg/ha da formulação NPK 10-00-30 divididos em duas parcelas; a primeira metade foi aplicada após 6 meses do corte da primeira rotação, e a outra metade após 17 meses do corte da primeira rotação.

O experimento foi conduzido em parcela subdividida, com três repetições, sendo testados oito tratamentos (Quadro 3). A parcela constitui a aplicação ou não da adubação e a subparcela a prática da desbrota.

A desbrota foi realizada quando as plantas atingiram 1, 2 ou 4 m de altura, deixando um ou dois brotos por cepa, conforme o tratamento (Quadro 3). A desbrota foi realizada tomando-se a precaução de deixar os brotos mais vigorosos e mais bem inseridos, além de observar a uniformidade de distribuição dos mesmos na cepa.

Quadro 3- Distribuição dos tratamentos.

Tratamento	Adubação/Calagem	Altura da desbrota (m)	Quantidade de brotos/cepa
1	Sim	1	1
2	Sim	1	2
3	Sim	2	1
4	Sim	4	1
5	Não	1	1
6	Não	1	2
7	Não	2	1
8	Não	4	1

As parcelas foram constituídas por 720 cepas (90 x 8), ocupando uma área total de 0,66 ha. Cada subparcela continha 80 (10 x 8) cepas, das quais somente as 48 (8x6) cepas centrais foram mensuradas e constituíram uma subparcela com área útil de 0,04 ha, devido o efeito de bordadura.

Quando as brotações atingiram a idade de 5 anos, foram realizadas as medições da circunferência à altura do peito, a 1,30 m do solo (CAP), da altura comercial (H_c), definida pela altura até onde o diâmetro do tronco era de 4 cm, da altura total (H_t) e a sobrevivência das árvores da parcela útil. A parte do tronco com diâmetro inferior a 4 cm foi considerada como galhos. Posteriormente, calculou-se o volume de tronco, lenho e casca.

Em cada época de medição, foram abatidas três árvores médias em cada subparcela, separando-se as folhas, os galhos, o lenho e a casca para determinação do peso de matéria fresca e, após amostragem, do peso de matéria seca. O tronco foi dividido em quatro partes: 0-25, 25-50, 50-75 e 75-100 % da altura comercial, de onde coletaram discos de 5 cm de espessura para determinação de peso do material seco e análise química. No laboratório, mediu-se o diâmetro do disco, com e sem casca, separando-se a casca do lenho.

Amostras simples: casca, lenho, folhas e galhos, do clone de eucalipto e suas repetições, foram levadas para laboratório de análise foliar para proceder as determinação de N, P, K, Ca e Mg. As amostras do material vegetal foram moídas em moinho tipo Wiley, passadas em peneira de 0,5 mm, e submetidas à digestão nitroperclórica. O P foi determinado por colorimetria, K por fotometria de emissão de chama, Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica, N por titulação após a digestão pelo método de Kjeldahl .

Posteriormente, calculou-se o conteúdo dos nutrientes em estudo na planta, pela multiplicação do teor do nutriente e a biomassa obtida em cada componente das plantas.

O Coeficiente de Utilização Biológica (CUB) dos nutrientes no tronco foi obtido dividindo-se a massa do tronco (t/ha) pelo conteúdo de cada nutriente neste compartimento (kg/ha), conforme Barros et al. (1986). O CUB foi considerado como a eficiência de utilização de nutriente.

Foi determinado o volume de cada haste (brotação), com e sem casca, utilizando a fórmula de Smalian (Campos, 1983) como mostrado abaixo.

$$V = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A + a}{2} \right) * L$$

V = Volume do tronco;

A= Área transversal da seção maior;

a= Área transversal da seção menor;

L= Comprimento da seção;

n= Número de seções.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a média dos efeitos dos fatores estudados comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produtividade

A adubação estimulou o crescimento em diâmetro em todas as combinações de altura e número de brotos (Quadro 4). A desbrota feita em idade mais jovem (1,0 m de altura) e a permanência de um broto por cepa resultaram em maiores diâmetros dos troncos ($p < 0,05$).

Quadro 4- Diâmetro na altura do peito (DAP) do tronco do clone GG 157, à idade de 60 meses, influenciado pela adubação (Com ou Sem), altura (H) das brotações no momento da desbrota e do número de brotos (NB) por cepa

Adubação	H1NB1	H1NB2	H2NB1	H4NB1	Média
DAP (cm)					
Com	15,00 aA	12,50 aC	14,00 aB	14,00 aB	13,88
Sem	11,00 bB	10,00 bC	13,33 bA	11,00 bB	11,33
Média	13,00	11,25	13,67	12,50	12,61

As letras minúsculas comparam o efeito da adubação, coluna, e as maiúsculas comparam o efeito da altura (H = 1, 2 ou 4 m) ou do número dos brotos (NB = 1 ou 2) permanecidos por cepa na ocasião da desbrota, na linha (Tukey a 5%).

O efeito positivo da adubação no DAP das brotações indica que o solo e os resíduos da colheita do alto fuste, nas parcelas não adubadas, não supriram toda a quantidade de nutrientes demandada pelas brotações de eucalipto, para atingir valores de DAP das parcelas adubadas. Este fato tem sido frequente em plantios de eucalipto no cerrado, como também relatado por Balloni e Silva (1978) e Simões e Couto (1985) mesmo em plantios de semente que tendem a produzir menos do que os clonais (Reis et al., 1987, Barros et al., 1997). As árvores adubadas apresentaram em média diâmetros 22,5 % maiores do que as não adubadas (Quadro 4).

O efeito da altura dos brotos na época da desbrota sobre o DAP dependeu da adubação. Nas árvores adubadas, a desbrota mais precoce (H1NB1) permitiu o maior crescimento diamétrico (15 cm) em comparação com a desbrota mais tardia (H2NB1 e H4NB1) (Quadro 4). Contudo, nas parcelas não adubadas o maior diâmetro foi obtido quando a desbrota foi realizada quando os brotos tinham 2,0 metros de altura. Isso indica que a adubação intensificou o crescimento da brotação jovem por concentrar os recursos, enquanto que nas mais velhas teria havido competição entre os brotos, com divisão de recursos de crescimento, antes da eliminação dos brotos excedentes. Na ausência da adubação, o maior diâmetro foi observado nas plantas desbrotadas quando a altura dos brotos era de 2,0 m. A baixa fertilidade do solo não teria sustentado área foliar suficiente para produção de reservas para crescimento radicular e absorção de nutrientes no tratamento H1NB1, enquanto a competição entre brotos anterior a desbrota teria sido excessiva no tratamento H4NB1. No tratamento H2NB1 teria ocorrido melhor balanço entre produção e demanda de reservas para formação de folhas e raízes, resultando em maior diâmetro. Tem sido mostrado que cada broto deixado na cepa comporta-se semelhante a uma planta isolada e contribui para aumentar a pressão sobre os recursos do meio (Reis e Reis, 1997), competindo com os demais.

Quanto maior o número de brotos remanescentes na cepa, menor o DAP (Quadro 4), em razão da maior competição entre hastes por recursos de crescimento (água, luz e nutrientes) e menor área foliar individual. Resultados semelhantes foram encontrados por outros pesquisadores (Balloni e Silva, 1978; Simões e Couto, 1985; Bernhardt, 2003; Souza et al., 2012).

Em relação ao volume de lenho e tronco produzido, observa-se diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$) (Quadro 5). O tronco ou lenho é o principal produto de interesse econômico, por ser a matéria prima destinada aos diferentes usos na maioria dos casos.

No trabalho de Balloni e Silva (1978) constatou-se que a aplicação de fertilizante antes do corte, em sulco nas entrelinhas, foi o tratamento que apresentou o melhor resultado e que existe uma relação direta e altamente significativa entre as fertilizações em cobertura e o desenvolvimento dos brotos, ou seja, a época que é realizada a adubação de cobertura em 2ª rotação. No presente estudo, a aplicação do fosfato natural Gafsa, antes do plantio, e a adubação com fontes solúveis também

resultou em ganhos de crescimento, indicando ter sido adequada para promover a renovação e maior desenvolvimento radicular, além de suprir a demanda de N, P, K, Ca e Mg das árvores.

Quadro 5- Volume do lenho e tronco (m³/ha), biomassa lenho, tronco e parte aérea (t/ha) do clone GG 157, à idade de 60 meses, influenciado pela adubação (Com ou Sem), altura (H) das brotações no momento da desbrota e do número de brotos (NB) por cepa

Adubação	H1NB1	H1NB2	H2NB1	H4NB1	Média
Lenho (m ³ /ha)					
Com	193,39 aB	246,98 aA	151,18 aC	153,18 aC	186,18
Sem	80,50 bB	132,15 bA	125,80 bA	77,32 bB	103,94
Média	136,95	189,57	138,49	115,25	145,06
Tronco (m ³ /ha)					
Com	222,12 aB	285,44 aA	173,08 aC	176,48 aC	214,28
Sem	97,18 bB	158,96 bA	146,69 bAB	93,03 bB	123,97
Média	159,65	222,22	159,89	134,76	169,13
Lenho (t/ha)					
Com	90,57 aB	114,91 aA	69,30 aC	70,32 aC	86,28
Sem	38,39 bB	68,23 bA	59,67 bA	36,32 bB	50,65
Média	64,48	91,57	64,49	53,32	68,47
Tronco (t/ha)					
Com	101,58 aB	129,31 aA	78,62 aC	79,80 aC	97,33
Sem	44,77 bC	78,33 bA	67,72 bB	42,48 bC	58,32
Média	73,18	103,82	73,17	61,14	77,83
Parte aérea (t/ha)					
Com	112,37 aB	140,21 aA	85,37 aC	88,88 aC	106,71
Sem	49,85 bB	86,35 bA	75,30 bA	48,15 bB	64,91
Média	81,11	113,28	80,34	68,52	85,81

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si, para árvores Com ou Sem adubação pelo teste Tukey a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na linha, não diferem entre si quanto a combinação da altura de desbrota e número de brotos deixados, pelo teste Tukey a 5%. 1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação, em metro, na ocasião da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos por cepa, na ocasião da desbrota.

A adubação aumentou a produtividade, expressa em volume de tronco, dos povoamentos conduzidos por talhadia em comparação com a testemunha sem adubação (Quadro 5). A maior produção de tronco foi no tratamento H1NB2, seguido do H1NB1, H2NB1 e por último H4NB1 na parcela adubada; já na parcela não adubada a sequência foi H1NB2, H2NB1, H4NB1 e H1NB1. Esse resultado confirma aqueles obtidos por Balloni e Silva (1978) e Simões e Couto (1985). Eles observaram que o volume de

madeira foi crescente naqueles tratamentos que receberam adubação e que existe uma tendência de incremento do volume por área com número de brotos por toco. Para o objetivo de uso da madeira, esses autores recomendaram 2 brotos/cepa, o que coincide com o melhor tratamento deste trabalho. Ressalta-se que o número de brotos a ser deixado depende do uso que se pretende dar à madeira, porque existe uma relação inversa entre o número de brotos e o volume individual dos mesmos (Balloni e Silva, 1978).

O ganho de produtividade tanto do lenho como do tronco variou entre 20,17 a 140,23 % e 18 a 128,57 %, respectivamente, de acordo com os tratamentos. O menor ganho com adubação foi no tratamento H2NB1 e o maior, no tratamento H1NB1, tanto para volume de lenho do tronco como de tronco (Quadro 5). Simões e Couto (1985) verificaram diferenças de volume entre os tratamentos adubados e não adubados que variaram de 27 a 76 %, dependendo do número de brotos por toco.

A adubação das brotações é necessária para restabelecer ou melhorar o teor dos nutrientes do solo tendo como base o primeiro ciclo (Reis e Reis, 1997). Faria et al. (2002) verificaram que a não reposição de K em plantio de *Eucalyptus grandis* levou a uma redução de 54 % na produção volumétrica e no incremento médio anual (IMA) da segunda rotação. Outro ponto a considerar, segundo Barros et al. (1997), é a antecipação da demanda nutricional das brotações visto que sua taxa de crescimento inicial é superior quando comparada com povoamentos de primeira rotação, devido a existência do sistema radicular já estabelecido. A demanda é ainda antecipada quando se deixa maior número de brotos/cepa, pois o índice de área foliar é maior. O suprimento de nutrientes via fertilizante para a manutenção da taxa elevada de crescimento favorecerá o atingimento da produção máxima em idades mais jovens, implicando em maior taxa de retorno da floresta manejada por brotação (Reis e Reis, 1997).

Os resultados aqui apresentados mostram que a fertilidade natural desse solo é muito baixa e insuficiente para atender à demanda das brotações do eucalipto. Outro fato que pode ter agravado ainda mais a falta de nutrientes é a imobilização dos mesmos nos brotos eliminados no processo da desbrota, pois a taxa de decomposição desse material pode ser lenta (Pereira, 1990). De modo geral, a desbrota mais tardia, ou seja, quando os brotos apresentam uma altura maior, causou redução na produtividade, provavelmente pela maior imobilização de nutrientes no material eliminado. Quando a

desbrota é realizada mais cedo, os recursos de crescimento, incluindo os nutrientes, são direcionados e utilizados por um ou dois brotos. O retorno dos nutrientes ao processo de crescimento da planta poderá demorar anos, dependendo do grau de lignificação do material. Outro aspecto a considerar na desbrota tardia é que o estresse sofrido pela touça decorrente da desbrota pode ser mais intenso, pois com o tempo há um ajuste mais definitivo da relação parte aérea- sistema radicular, a qual sofreria maior desequilíbrio na desbrota tardia, com maior comprometimento da absorção de água e de nutrientes.

A maior produtividade obtida no tratamento 2NB1H está relacionada com a soma do volume de tronco dos dois brotos deixados no ato da desbrota (Quadro 5). No entanto, deve observar que o DAP de cada haste é menor quando comparado com os demais tratamentos (Quadro 4). Isso pode influenciar o uso da madeira. A prática de deixar mais de um broto por cepa, normalmente, é utilizada a fim de recompor a população de plantas original, compensando, assim, cepas que não lançam brotos.

A diferença da produção do lenho e tronco é interessante de ser analisada, pois diante dessa informação, pode-se realizar uma análise econômica, se vale a pena ou não realizar o descascamento do tronco no campo. Ao manter a casca na área de plantio, essa poderá contribuir com a manutenção de determinados nutrientes, como será visto no próximo tópico, podendo assim, contribuir até com a redução nos gastos de fertilizantes, mantém maior umidade do solo e diminui o impacto das máquinas no solo. Contudo, esta prática deve ser analisada economicamente, o que não é o foco deste trabalho.

4.2. Conteúdo de nutrientes no tronco

De modo geral, houve interação significativa para conteúdo de N, K e Mg no lenho, tronco e parte aérea ($p < 0,05$) entre os tratamentos adubação e o número de brotos (Quadros 6, 7 e 8), exceto para P e Ca para os quais não houve interação entre adubação e altura dos brotos e número de brotos.

O conteúdo de nutrientes na época do corte representa a demanda de nutrientes que a planta necessita para completar a rotação, e sua alocação nos vários componentes da árvore informa sobre a possível exportação dos mesmos. A parcela que recebeu adubação apresentou maior acúmulo de nutrientes nas brotações (Quadro 6), como esperado, e, conseqüentemente, maior produtividade (Quadro 5). O manejo da desbrota

também teve importância no acúmulo de nutrientes, e as árvores com dois brotos (tratamento 2NB1H) foram as que acumularam maior quantidade de nutrientes. Isto decorre da maior área foliar, que leva a uma maior taxa de fotossíntese e, por conseguinte, demanda de nutrientes.

Quadro 6- Conteúdo de N, P, K, Ca e Mg no lenho do clone GG157, aos 60 meses de idade, em resposta à adubação (Com) ou não (Sem), altura (H) e número (NB) de brotos por cepa na ocasião da desbrota

Adubação	H1NB1	H1NB2	H2NB1	H4NB1	Média
N (kg/ha)					
Com	76,99 aB	82,20 aA	60,84 aBC	50,64 aC	67,67
Sem	33,85 bB	59,85 bA	45,94 bAB	33,54 bB	43,3
Média	55,42	71,03	53,39	42,09	55,49
P (kg/ha)					
Com	6,98 a	6,65 a	4,88 a	4,77 a	5,82
Sem	3,91 a	5,80 a	3,99 a	2,25 a	3,99
Média	5,44 AB	6,23 A	4,44 AB	3,51 B	4,91
K (kg/ha)					
Com	103,77 aA	114,81 aA	59,58 aB	46,54 aB	81,18
Sem	18,78 bB	36,28 bA	36,60 bA	18,46 bB	27,53
Média	61,28	75,55	48,09	32,50	54,36
Ca (kg/ha)					
Com	32,45 a	48,11 a	26,05 a	22,98 a	32,40
Sem	13,31 b	29,29 b	14,97 b	9,49 b	16,77
Média	22,88 B	38,70 A	20,51 B	16,24 B	24,58
Mg (kg/ha)					
Com	9,12 aA	10,36 aA	6,71 aB	6,42 aB	8,15
Sem	3,71 bBC	7,69 aA	5,05 Bb	3,30 aC	4,94
Média	6,42	9,03	5,88	4,86	6,54

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, para árvores Com ou Sem adubação, não diferem entre si quanto ao efeito da adubação, pelo teste Tukey a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na linha, não diferem entre si quanto ao efeito do manejo combinado da altura que os brotos apresentavam no momento da desbrota e o número de brotos deixados, pelo teste Tukey a 5%. 1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação, em metro, na época da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos permanecidos por cepa na ocasião da desbrota.

As cepas que permaneceram só com um broto, mas que foram desbrotadas com diferentes alturas, mostraram maior acúmulo de nutrientes naquelas desbrotadas mais precocemente. A desbrota tardia leva à eliminação de brotos, que já haviam acumulado determinado nutriente, o qual fica temporariamente imobilizado. O efeito da altura de desbrota no acúmulo de nutrientes na biomassa indica que, quando foi feita a avaliação do experimento, os nutrientes nas hastes eliminadas não haviam sido totalmente

mineralizados. A diferença relativa entre os tratamentos extremos (H1NB1 x H4NB1) para conteúdo de N é de 24 %, P de 35,5 %, K de 47 %, Ca de 29 % e Mg de 24 %. Isto poderia indicar menor mineralização de K, o que não faz sentido por este nutriente não fazer parte de qualquer composto orgânico da planta. Portanto, essas diferenças percentuais podem indicar uma ordem de limitação nutricional, que assim seria maior para K, seguida de P. Como o K é rapidamente liberado dos resíduos da colheita (Ferreira, 1984; Neves, 2000), não se descarta a possibilidade de sua perda por lixiviação, tendo em vista a textura arenosa do solo (Ernani et al., 2007; Werle et al., 2008).

Quadro 7- Conteúdo de N, P, K, Ca e Mg no tronco do clone GG157, ao 60 meses de idade, em resposta à adubação (Com) ou não (Sem) e altura (H) e número (NB) de brotos por cepa na época da desbrota

Adubação	H1NB1	H1NB2	H2NB1	H4NB1	Média
N (kg/ha)					
Com	115,62 aA	129,64 aA	91,61 aB	82,36 aB	104,81
Sem	55,87 bC	94,22 bA	75,41 bB	55,42 bC	70,23
Média	85,74	111,93	83,51	68,89	87,52
P (kg/ha)					
Com	15,80 a	16,12 a	12,42 a	12,06 a	14,1
Sem	9,99 a	14,93 a	9,34 a	5,92 a	10,05
Média	12,9 AB	15,53 A	10,88 BC	8,99 C	12,08
K (kg/ha)					
Com	146,63 aB	173,63 aA	91,86 aC	72,91 aD	121,26
Sem	32,22 bB	59,68 bA	63,92 bA	33,62 bB	47,63
Média	89,43	116,66	77,89	53,27	84,45
Ca (kg/ha)					
Com	132,65 a	171,10 a	95,90 a	82,69 a	120,59
Sem	62,63 b	117,79 b	60,76 b	43,18 b	71,09
Média	97,64 B	144,45 A	78,33 BC	62,94 C	95,84
Mg (kg/ha)					
Com	24,28 aA	28,25 aA	18,03 aB	15,71 aB	21,57
Sem	10,56 bB	19,83 bA	12,21 bB	9,64 bB	13,06
Média	17,42	24,04	15,12	12,68	17,32

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, para árvores Com ou Sem adubação, não diferem entre si quanto ao efeito da adubação, pelo teste Tukey a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na linha, não diferem entre si quanto ao efeito do manejo combinado da altura que os brotos apresentavam no momento da desbrota e o número de brotos deixados, pelo teste Tukey a 5%. 1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação, em metro, na ocasião da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos permanentes por cepa na ocasião da desbrota.

Os trabalhos de Ferreira (1984) e Neves (2000) mostram o tempo de renovação para N, P, K, Ca e Mg, sendo que o K apresenta menor tempo de renovação.

Quadro 8- Conteúdo de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea do clone GG157, aos 60 meses de idade, em resposta à adubação (Com) ou não (Sem) e altura (H) e número (NB) de brotos por cepa na ocasião da desbrota

Adubação	1H 1NB	1H 2NB	2H 1NB	4H 1NB	Média
N (kg/ha)					
Com	202,10 aA	217,04 aA	149,41 bB	153,85 aB	180,60
Sem	96,05 bB	150,25 bA	135,20 bA	96,66 bB	119,54
Média	149,08	183,65	142,31	125,26	150,07
P (kg/ha)					
Com	21,75 a	22,42 a	16,41 a	17,15 a	19,43
Sem	12,86 b	19,15 b	12,95 b	8,53 b	13,37
Média	17,31 AB	20,79 A	14,68 C	12,84 C	16,40
K (kg/ha)					
Com	191,10 aB	221,22 aA	121,95 aC	108,71 aC	160,72
Sem	44,2 bB	78,38 bA	90,89 bA	48,85 bB	65,58
Média	117,65	149,80	106,41	78,78	113,15
Ca (kg/ha)					
Com	179,29 a	224,92 a	126,61 a	120,03 a	162,71
Sem	90,34 b	157,44 b	85,79 b	64,54 b	99,53
Média	134,82 B	191,18 A	106,2 BC	92,29 C	131,12
Mg (kg/ha)					
Com	37,12 aA	42,31 aA	26,56 aB	25,71 aB	32,93
Sem	17,85 bB	30,95 bA	19,64 bB	16,15 bB	21,15
Média	27,49	36,63	23,10	20,93	27,04

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, para árvores Com ou Sem adubação, não diferem entre si quanto à altura de desbrota e número de brotos, pelo teste Tukey a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na linha, não diferem entre si quanto à adubação, pelo teste Tukey a 5%. 1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação em metro, na ocasião da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos por cepa na ocasião da desbrota.

Considerando o tratamento H1NB1 como referência, pois é o que se assemelha ao que ocorre no primeiro ciclo de produção, ao descascar o tronco, deixando na área a casca e aproveitando só o lenho, quantidade relevante de nutrientes deixaria de ser exportado, o que implica em economia de fertilizantes. Nas parcelas que receberam adubação, exportando somente o lenho, seriam mantidos na área 76; 62; 56; 33 e 29 % de Ca, Mg, P, N e K, respectivamente, do que seria exportado com a retirada do tronco (Quadro 6 e 7). Já nas parcelas que não receberam adubação, a contribuição seria maior, pois seriam mantidos 79; 64; 61; 42 e 39 % dos mesmos nutrientes (Quadro 6 e 7). Esses percentuais sinalizam para uma maior proporção desses nutrientes na casca em plantios não adubados, com destaque para N e Mg. Como a maioria dos solos brasileiros

é pobre em Ca, P e K, descascar o tronco reduziria a exportação desses nutrientes contribuindo para uma redução do uso de fertilizantes nos próximos plantios ou rotação.

O acúmulo de nutrientes na copa informa sobre o que seria deixado na área após a colheita, podendo assim, participar no próximo de ciclo de produção. De acordo com o que tem sido registrado na literatura para eucalipto (Reis e Barros, 1990; Gonçalves et al., 1997), os nutrientes mais acumulados no tronco pelas brotações foram N e Ca, com valores variando de 64,8 a 73,6 % em relação ao total acumulado na parte aérea. O maior conteúdo de Ca no tronco, mais do que o de qualquer outro nutriente, deve-se à sua elevada concentração na casca (Teixeira et al., 1989; Reis e Barros, 1990). No presente estudo, os nutrientes mais acumulados no tronco pelas brotações de eucalipto foram N, K e Ca, sendo que, nas parcelas adubadas, estes corresponderam a 58, 75 e 74 %, respectivamente, do total acumulado na parte aérea, enquanto na parcela não adubada, 9, 73 e 71 % de N, K e Ca, respectivamente (Quadro 7 e 8). Esses resultados confirmam, mais uma vez, a importância da fertilização em novos plantios ou condução de brotações, devido a grande exportação desses nutrientes.

4.3. Teor e Coeficiente de Utilização Biológica de N, P, K, Ca e Mg

Os coeficientes de Utilização Biológica (CUB) para os nutrientes no tronco das brotações de eucalipto foram significativamente influenciados pelos tratamentos (Quadro 9). O CUB indica o quanto de matéria seca é produzido com 1 kg de determinado nutriente (Barros et al., 1986).

Em geral, nas parcelas que receberam adubação, o tronco apresentou maiores valores de CUBs para os nutrientes, com exceção de K, indicando maior eficiência de uso dos mesmos na produção de matéria seca. A maior produção de tronco nas parcelas adubadas é resultante do maior suprimento de nutrientes no solo e conteúdo de nutrientes no tronco das brotações (Quadro 7) conduzidas nestas parcelas, somando aos maiores valores de CUB dos nutrientes.

Os maiores valores de CUB dos nutrientes nas parcelas adubadas indicam uma maior eficiência na conversão de matéria seca, ou seja, levando em conta a proporção de teor obtido no tronco e matéria seca produzida nas brotações nesta parcela com a não adubada, conclui-se que com um menor teor de nutrientes no tronco das brotações da

parcela adubada a produção de biomassa foi maior. Já na parcela não adubada o teor de nutriente foi maior, mas a produção de biomassa foi menor.

Quadro 9- Coeficiente de Utilização Biológica de N, P, K, Ca e Mg no tronco do clone GG157, aos 60 meses de idade, em resposta à adubação (Com) ou não (Sem) e altura (H) e número (NB) de brotos por cepa na ocasião da desbrota

Adubação	H1NB1	H1NB2	H2NB1	H4NB1	Média
CUB (kg de matéria seca/kg de nutriente)					
N					
Com	884 a	1007 a	861 a	973 a	931
Sem	807 a	836 a	904 a	769 a	829
Média	845 A	921 A	883 A	871 A	880
P					
Com	6456 aA	8113 aA	6339 aA	6702 aA	6902
Sem	4681 aB	5454 bAB	7269 bA	7308 aA	6178
Média	5568	6784	6804	7005	6540
K					
Com	693 bB	744 bB	881 bAB	1096 bA	853
Sem	1389 aA	1313 aA	1060 aB	1269 aAB	1258
Média	1041	1029	970	1183	1056
Ca					
Com	769 a	786 a	823 a	980 a	839
Sem	718 a	676 a	1124 a	995 a	878
Média	743 B	731 B	974 A	988 A	859
Mg					
Com	4206 aB	4578 aAB	4361 bAB	5131 aA	4569
Sem	4241 bB	3970 bB	5559 aA	4436 bB	4551
Média	4224	4274	4960	4784	4560

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, para árvores Com ou Sem adubação, não diferem entre si quanto à altura de desbrota e número de brotos, pelo teste Tukey a 5%. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na linha, não diferem entre si quanto à adubação, pelo teste Tukey a 5%. 1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação em metro, na ocasião da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos por cepa na ocasião da desbrota.

Valores maiores de CUB no tronco para K, na parcela não adubada, assim como em alguns casos para P, Ca e Mg (Quadro 9), podem indicar restrição nutricional, levando a um maior CUB do nutriente na planta. A restrição hídrica também pode impedir ou dificultar o transporte desses até às raízes das plantas e levar a maiores valores de CUB. Ou ainda, o sistema radicular pode não ter se desenvolvido de tal forma que explorasse um grande volume de solo, dificultando a absorção dos nutrientes. Assim, todos esses fatores citados podem comprometer a eficiência de utilização dos

nutrientes na produção. Em geral, onde a desbrota foi realizada mais tarde, também os valores de CUB foram maiores.

De acordo com os estudos realizados por Fernandes (2010), os valores de referência para macronutrientes em eucalipto seriam: N 17,0; P 0,80; K 7,0; Ca 4,8 e Mg 1,6 g/kg. Ao observar os valores dos teores foliares obtidos nos diferentes tratamentos no presente estudo (Quadro 10), verifica-se que para N o teor encontra-se abaixo do recomendado, tanto na parcela que foram adubadas quanto nas sem adubação; para P, os teores encontram-se adequados; para K encontra-se abaixo do recomendado em ambas parcelas; para Ca, o teor está acima do recomendado, ressaltando que na parcela não adubada, os teores são superiores que na adubada e, por fim, o Mg que encontra-se adequado nas duas parcelas avaliadas.

A análise química do solo da área estudada mostra que os teores dos nutrientes no solo estão todos abaixo do recomendado para a cultura. No entanto, naquelas parcelas que foram adubadas, P, K e Ca foram supridos de forma a atender o nível crítico adequado para o eucalipto. Contudo, para N e Mg, não foi o suficiente, o que seria uma explicação para o resultado obtido. Já na parcela não adubada, o teor do nutriente no solo e nos resíduos deixados do alto fuste não foram suficientes para atender a demanda das brotações de eucalipto, refletindo o baixo teor nas folhas, assim como para os demais nutrientes que encontram-se abaixo do teor crítico. Outra hipótese é que, como o N e o K são elementos móveis na planta, a ciclagem interna na planta é constante, podendo este nutriente não atingir nível crítico na folha por ter sido direcionado para os demais órgãos da planta.

Em relação ao nível crítico adequado de P na folha na parcela adubada (Quadro 10) deve ao suprimento de P via fertilização, pois com o uso do fosfato natural reativo de Gafsa há pelo menos uma correção parcial da carência de P neste solo, fazendo com que a adubação de implantação no sulco, com fonte solúvel, acarrete maiores resposta da planta à adubação fosfatada (Novais et al., 2007). Outro fator que pode ter contribuído é que ao aplicar este fosfato natural (FN) nesta área, que já existia um sistema radicular formado (cepa remanescente), uma grande quantidade de raízes finas superficiais (como é observado em plantações de eucalipto) são mais ativas, ou seja, eficientes na absorção de água e nutrientes e como as raízes do eucalipto possibilitam acidificação da rizosfera (por ser fonte de prótons) em relação à massa de solo, favorecem o aumento da

recuperação de P pela planta por meio da solubilização do FN, (Novais et al., 2007). Com a dissolução do FN há um aumento da concentração de Ca, como a planta é um forte drenador de P, principalmente na fase inicial do seu ciclo, e de Ca, favorece ainda mais a solubilização do FN até que se atinja um equilíbrio. Essa pode ser uma das explicações para o elevado teor de Ca nas folhas das brotações nas parcelas adubadas.

Quadro 10- Teor de N, P, K, Ca e Mg na folha do clone GG157, aos 60 meses de idade, em resposta à adubação (Com) ou não (Sem) e altura (H) e número (NB) de brotos por cepa na ocasião da desbrota

Adubação	H1NB1	H1NB2	H2NB1	H4NB1
N (g/kg)				
Com	15,82	13,81	15,04	14,48
Sem	14,27	13,14	14,48	13,91
P (g/kg)				
Com	1,00	0,90	0,99	1,01
Sem	0,93	0,94	0,83	0,80
K (g/kg)				
Com	5,91	5,59	5,74	5,62
Sem	3,24	3,43	4,76	3,73
Ca (g/kg)				
Com	6,79	7,11	6,75	6,67
Sem	8,75	8,63	5,76	7,05
Mg (g/kg)				
Com	2,04	1,93	2,01	1,87
Sem	2,65	2,76	1,75	2,23

1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação em metro, na época da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos por cepa na época da desbrota.

Nas parcelas não adubadas também encontram valores adequados de P na folha (Quadro 10), isto porque, como essa área já teve outros plantios pode ter ficado resíduo do nutriente no solo, além de forma de P não-lábil pode ter revertido em P lábil; a matéria orgânica também pode ter papel importante neste processo, e por fim, a acidificação de rizosfera que também contribui com essa maior retirada de P do solo, favorecendo a absorção desse pela raízes das plantas.

O teor crítico de Mg na folha apresentou-se abaixo do adequado na parcela adubada e na parcela não adubada esta elevado (Quadro 10). É possível verificar que o teor de K na parcela adubada está adequado e o de Ca está elevado (Quadro 10), assim podemos inferir que pode ter ocorrido uma competição pelo sítio de absorção entre o Ca

e o Mg (Moreira et al., 1999), resultado no maior teor de Ca e o baixo teor de Mg, já que a adubação foi realizada nas quantidades adequadas dos nutrientes para o desenvolvimento do eucalipto. O trabalho de Salvador et al. (2011) mostra que a maior relação Ca:Mg proporcionou efeito diminutivo no teor foliar de Mg. O mesmo resultado é encontrado nos trabalhos de Büll e Nakagawa (1995) e Epstein (1975). Os altos teores de Ca e Mg na parcela não adubada, estes podem estar relacionados ao efeito de concentração, pois nestas parcelas as plantas cresceram pouco, portanto baixa biomassa produzida fazendo com que tenha ocorrido uma concentração desse nutriente em relação ao que foi absorvido pela planta e o que foi produzido de biomassa.

O maior conteúdo de K no tronco (Quadro 7) seguido de CUB elevado no final do ciclo (Quadro 9), segundo Santana et al. (2002), pode-se inferir que esses nutrientes podem ter limitado o crescimento e desenvolvimento na condução das brotações e limitará ainda mais, no próximo ciclo, se estes não forem supridos de forma adequada em relação aos demais nutrientes, além de serem os nutrientes mais exportados com a matéria prima, juntamente com o Mg.

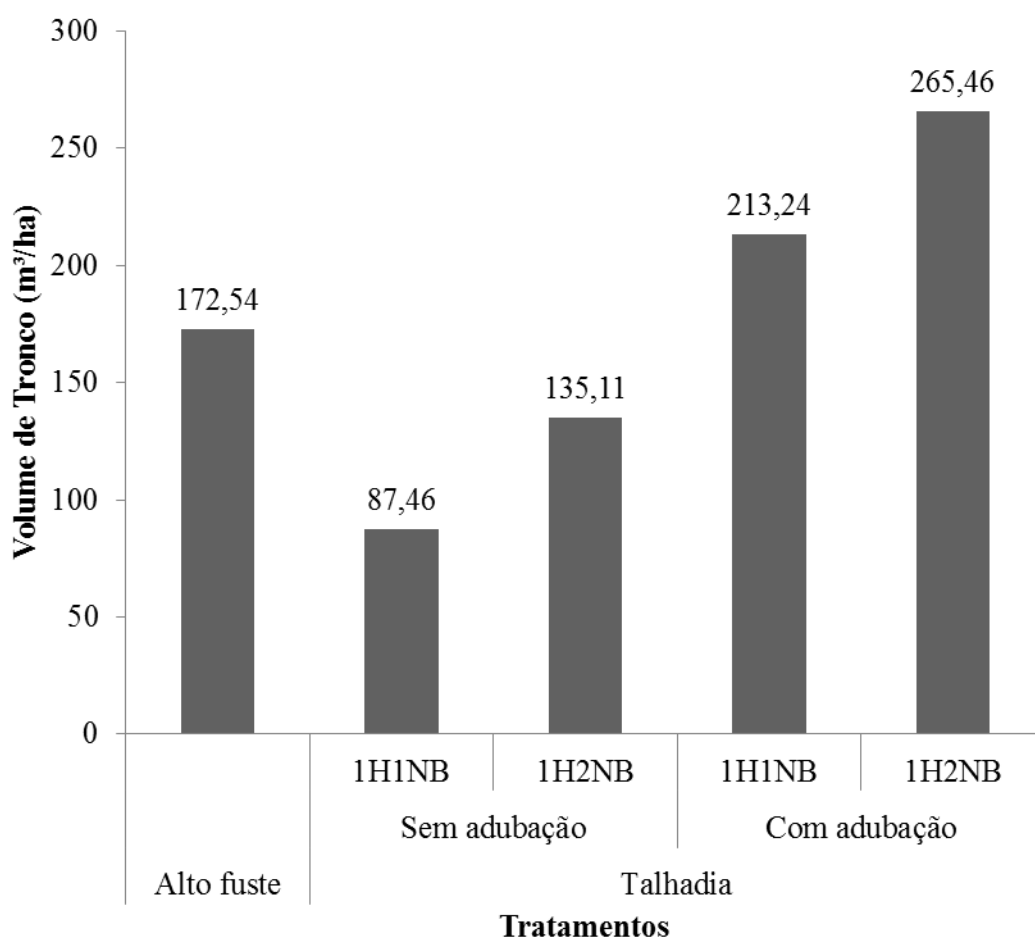
Levando em consideração uma mesma produção, haverá maior exportação dos nutrientes na colheita, naquelas áreas em que as plantas apresentarem menores CUBs dos nutrientes, pois essas precisam de maior quantidade de nutrientes para produzir a mesma quantidade de matéria prima e terão maior retirada de nutrientes do solo. Desse modo, deseja-se obter materiais genéticos que consigam produzir maior quantidade de matéria seca com mais eficiência na utilização dos nutrientes, ou seja, com mínimo de nutriente possível na planta para que possa ser alocadas de acordo com a fertilidade do solo.

4.4. Produtividade em alto fuste Vs produtividade da talhadia

A produção de tronco do clone GG157 na primeira rotação, aos 60 meses de idade, ficou em média em torno de 172,54 m³/ha (Capítulo I), enquanto que na talhadia, na mesma idade, foi de 222,12 m³/ha no tratamento H1NB1 e 285,44 m³/ha no tratamento H1NB2 na parcela que recebeu adubação, enquanto na parcela sem adubação nos mesmos tratamentos, respectivos, foram 97,18 e 158,96 m³/ha (Figura 1). Como a taxa de sobrevivência do tratamento H1NB1 foi de 96 e 90% na parcela com e sem adubação, respectivamente, e H1NB2 de 93 e 85 %, na parcela com e sem adubação, respectivamente. A produção corrigida, considerando a taxa de sobrevivência, no

tratamento H1NB1 com adubação foi 213,24 m³/ha e sem adubação 87,46 m³/ha, no tratamento H1NB2 foi 265,46 m³/ha, na parcela adubada, e na sem adubação 135,11 m³/ha. Assim, na condução de brotação houve ganho de 24 e 54 % de produção nos tratamentos H1NB1 e H1NB2, na parcela adubada, respectivamente, e na parcela sem adubação foi redução de 49 e 22 % nos tratamentos H1NB1 e H1NB2, respectivamente, quando comparados com a produção de tronco do alto fuste (Figura 1). Estes resultados confirmam os obtidos por Gava (1997) e Faria et al. (2002), quando não promove a adubação no sistema de talhadia. Gava (1997) encontrou queda de produtividade de tronco (média) de 46 %, em comparação com a primeira rotação, quando as brotações não foram readubados com K, em trabalho conduzido em Podzólico Vermelho Amarelo, textura arenosa/média, no município de Angatuba/SP. Resultados semelhantes foram obtidos por Faria et al. (2002), que relatam reduções de produtividade que atingiram, aproximadamente, 50 % da inicial quando talhões de eucalipto não foram readubados com K após a primeira colheita, em experimento conduzido em Itamarandiba, Minas Gerais, em Latossolo Vermelho-Amarelo álico textura argilosa. Assim, ambos autores concluem que a queda de produtividade observada é decorrência do não suprimento adequado de K e da elevada exportação de nutrientes durante a colheita do alto fuste.

Segundo Barros et al. (1997), em muitas regiões brasileiras tem havido queda da produtividade de florestas conduzidas por brotação, não necessariamente pela redução da população de plantas, mas pelo menor crescimento dos indivíduos, decorrente da menor disponibilidade de nutrientes no solo em comparação com a primeira rotação. Os resultados obtidos neste trabalho confirmam e sinalizam que a queda de produtividade observada na segunda rotação por Gava (1997) e Faria et al. (2002) estaria relacionada com o não suprimento adequado de nutrientes, tendo em vista o ganho significativo de produtividade mostrado na Figuras 1.



1 ou 2 H indicam a altura da brotação, em metro, na época da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos por cepa, na época da desbrota.

Figura 1- Comparação entre a produtividade do sistema de alto fuste com dois tratamentos da parcela com adubação do sistema de talhadia

Outra indicação importante obtida neste trabalho é a possibilidade de antecipação da colheita no sistema de talhadia. A produção obtida de tronco na segunda rotação, nas parcelas adubadas, nos tratamentos H1NB1 e H1NB2 só seriam alcançadas na primeira rotação, nas idades de 68 e 81 meses, respectivamente. Assim, para a mesma produção, que foi obtido na talhadia, permitiria colher à floresta com antecipação de 8 a 21 meses, dependendo do tratamento aplicado na talhadia, se H1NB1 ou H1NB2. O manejo de povoamentos de eucalipto por talhadia se justifica pelo rápido crescimento inicial de brotações, em geral, superior à de povoamentos estabelecidos a partir de mudas. Isso é devido, principalmente, à presença de um sistema radicular já

estabelecido, que facilita a absorção de água e nutrientes e o uso de reservas orgânicas e inorgânicas, presentes na cepa ou nas raízes (Teixeira et al., 2002; Oliveira, 2006).

No sistema de talhadia as árvores utilizaram mais eficientemente os nutrientes para a produção de tronco no sistema de alto fuste, exceto para Mg (Quadro 11). Valores maiores de CUBs dos nutrientes no tronco em sistema de talhadia indicam que se consegue maior produção de tronco com menor quantidade de nutrientes. A maior eficiência de utilização de nutrientes pode ser decorrente de controle genético ou de menor disponibilidade do nutriente no solo. Neste trabalho, não se descarta esta segunda possibilidade tendo em vista a exportação de nutrientes na primeira colheita. Isso reforçaria a preocupação quanto à queda de produtividade na próxima rotação se não se proceder à racional reposição de nutrientes via fertilizante.

Quadro 11 – Coeficiente de Utilização Biológica (CUB) para produção de massa de tronco de eucalipto (clone GG 157), aos 60 meses de idade, conduzido por alto fuste e talhadia, influenciada pela adubação (Com e Sem), número (1 ou 2) e altura (1, 2 ou 4) de brotos por cepa, cultivado na região de Três Marias, Minas Gerais

Adubação	Sistema	CUB (kg de matéria seca/kg de nutriente)				
		N	P	K	Ca	Mg
	Alto Fuste	554 B	5402 B	1186 B	510 B	7867 A
Com	H1NB1 (talhadia)	884 A	6456 A	693 C	769 A	4206 B
Sem	H1NB1 (talhadia)	807 A	4681 B	1389 A	718 A	4241 B
	Alto Fuste	554 B	5402 B	1186 B	510 B	7867 A
Com	H1NB2 (talhadia)	1007 A	8113 A	744 C	786 A	4578 B
Sem	H1NB2 (talhadia)	836 A	5454 B	1313 A	676 A	3970 B
	Alto Fuste	554 B	5402 B	1185 A	510 C	7867 A
Com	H2NB1 (talhadia)	861 A	6339 A	881 B	823 B	4361 C
Sem	H2NB1 (talhadia)	904 A	7269 A	1060 A	1124 A	5559 B
	Alto Fuste	554 B	5402 B	1185 A	509 B	7867 A
Com	H4NB1 (talhadia)	973 A	6702 A	1096 A	980 A	5131 B
Sem	H4NB1 (talhadia)	769 B	7308 A	1269 A	995 A	4436 B

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, na coluna, não diferem entre si quanto à eficiência de utilização biológica do nutriente em estudo, pelo teste Tukey a 5%. 1, 2 ou 4 H indicam a altura da brotação em metro, na ocasião da desbrota. 1 e 2 NB indicam o número de brotos por cepa na ocasião da desbrota.

5. CONCLUSÕES

O ganho de produtividade do tronco com a adubação e a combinação da altura que os brotos estavam ao realizar a desbrota e número de brotos permanecidos, variou entre 140,23 % e 128,57 % de acordo com os tratamentos H2NB1 e H1NB1, respectivamente.

O não suprimento de nutrientes em sistema de talhadia reflete em menor acúmulo de nutrientes na árvore e queda de produtividade tanto do lenho como tronco.

Árvores no sistema de talhadia utilizam mais eficientemente os nutrientes na produção de tronco do que aquelas em regime de alto fuste.

A desbrota precoce (brotações com 1m de altura) permite o melhor aproveitamento dos recursos de crescimento resultando em maior produtividade.

O maior número de brotos por cepa reduz o crescimento diamétrico individual das hastes.

O adequado manejo nutricional de povoamentos conduzidos por talhadia resulta na manutenção ou aumento de produtividade em relação à primeira rotação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTA PLANTADAS. ABRAF. Anuário Estatístico da ABRAF 2011 – Ano Base 2010. Brasília, 2011. 130p.
- BALLONI, E.A. & SILVA, A.P. Condução de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares. **Boletim Informativo IPEF**, n.6, p. 35-42, 1978.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARMO, D. N.; NEVES, J. C. Classificação nutricional de sítios florestais- descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, 10:112-120, 1986.
- BARROS, N. F.; TEIXEIRA, P. C.; TEIXEIRA, J. L. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. **Série Técnica – IPEF**, v. 11, n. 30, p. 79-88, 1997.
- BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, v. 2, p.487-592, 2002.
- BERNHARDT, R. **Análise quantitativa e qualitativa do crescimento de caixetas-*Tabebuia cassinoides* (LAM.) DC.- em florestas manejadas, no município de Iguape/SP**. Piracicaba, SP, p.61, 2003. (Dissertação de mestrado).
- BÜLL, L. T.; NAKAGAWA, J. Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio: magnésio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p.409-415, 1995.
- CAMPOS, J. C. C. Dendrometria. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univer., 43p., pt.1, 1983.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: EDUSP, 1975.
- ERNANI, P.R.; BAYER, C.; ALMEIDA, J.A. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:393-402, 2007.
- FARIA, G.E., BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., LIMA, J.C. & TEIXEIRA, J.L. Produção e estado nutricional de povoamento de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta a adubação potássica. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.577-584, 2002.
- FERNANDES, L.V. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto**. Viçosa: UFV, p. 83, 2010. (Dissertação de mestrado)
- FERREIRA, M.G.M. Factors determining coppice regeneration and subsequent sprout growth, and a simulation of coppice growth. In: FERREIRA, M.G.M. *An analysis of the future productivity of Eucalyptus grandis plantations in the "cerrado" region in*

Brazil: a nutrient cycling approach. Vancouver: **The University of British Columbia**, p.110-50, 1984.

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.

GOLFARI, L.; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2^a aproximação). Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 66p., 1978. (PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. **Série Técnica**, 11).

GONÇALVES, G. A.; RAMALHO, M. A. P.; ANDRADE, H. B.; MARQUES JUNIOR, O.G. Resposta na segunda rotação pela seleção efetuada na primeira, em famílias de meios-irmãos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Revista Árvore**, v. 21, n. 3, p.377-383, 1997.

JESUS, G.L. **Compactação do solo, espaçamento de plantio, resíduos de colheita e déficit de saturação de carbono na matéria orgânica do solo sob povoamentos de eucalipto**. Viçosa: UFV, p.104, 2012. (Tese de doutorado)

MARTINS, L.G.C. **Método de recomendação de adubação para eucalipto com base no monitoramento nutricional**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 72 p., 2004. (Tese de Doutorado)

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G. de; EVANGELISTA, A. R. Influência da relação cálcio: magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p.249-255, 1999.

NEVES, J. C. L. **Produção e participação de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo**. 2000. 191 f. (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2000.

NOVAIS, R. F.; JOT SMYTH, T.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**, Viçosa, MG, SBCS, p.471- 550, 2007.

OLIVEIRA, C.H.R. **Decepa de plantas jovens de clones de eucalipto e condução da brotação em um sistema agroflorestal**. Viçosa: UFV, p.81, 2006. (Dissertação de Mestrado)

PEREIRA, A.R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, em região de cerrado**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 167p., 1990. (Tese de Doutorado)

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantio de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folhas de Viçosa, p.265-301, 1990.

REIS, G.G. & HALL, A.E. Relações hídricas e atividade do sistema radicular em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em condições de campo. **Revista Árvore**, v.11, n.1, p. 43-55, 1987.

REIS, G.G.; REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica- IPEF**, v. 11, n. 30, p.9-22, 1997.

SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T.C.; LUCCHESI, L.A.C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica, Ciência Agrárias Ambiental**, Curitiba, v. 9, n. 1, p.27-32, jan./mar. 2011.

SANTANA, R.C. **Predição de biomassa e alocação de nutrientes em povoamentos de eucalipto no Brasil**. Viçosa, UFV, p. 59, 2000. (Tese de doutorado)

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandise Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p.447-457, jul./ago. 2002.

SILVA, S. R., BARROS, N. F., COSTA, L. M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.842 - 847, 2006.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M.L.; SILVA, A.A. Management strategies of winter cover crops to maize grown in succession in no-till system. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p.1011-1020, 2006.

SIMÕES, J.W.; COUTO, N.A.S. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith, em segunda rotação. **IPEF**, v.31, p.23-32, 1985.

SOUZA, F.C.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; ALVES, F. F.; FARIA, R. S.; PEREIRA, M.M. Sobrevivência e Diâmetro de Plantas Intactas e Brotações de Clones de Eucalipto. **Floresta e Ambiente**, 2012, jan./mar.; 19 (1): 44-54.

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. **RevistaÁrvore**, 13 (1): 34- 50, 1989.

TEIXEIRA, P.C.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. de; NEVES, J.C.L.; TEIXEIRA, J.L. *Eucalyptus urophylla* root growth, stem sprouting and nutrient supply from the roots and soil. **Forest Ecology and Management**, v.160, p.263-271, 2002.

WERLE, R.; GARCIA, RA.; ROSOLEM, C.A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p.2297-2305, 2008.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática de descascar o tronco, mantendo a casca na área, deixará de exportar 22, 77, 53, 94, 83 e 20% dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, em sistema de alto fuste.

A maior produtividade por área no sistema de talhadia ocorre, quando realiza a prática da adubação e a desbrota, quando as brotações estão com 1,0 m de altura e deixa-se 2 brotos por cepa, seguido com 1 broto por cepa.

A prática da adubação em sistema de talhadia promove maior diâmetro do tronco, quando a desbrota é realizada quando as brotações apresentam 1,0 m de altura e deixa-se 1 broto por cepa.

As árvores adubadas apresentam em média diâmetros 22,5 % maiores do que a não adubadas.

A exportação de nutrientes via casca em povoamentos conduzidos por talhadia é relativamente maior nas parcelas não adubadas (63%) em relação às adubadas (51%).

As árvores conduzidas por talhadia são mais eficientes na utilização dos nutrientes quando comparado com alto fuste.

Em sistema de condução de brotação ocorre antecipação da colheita quando comparado com sistema de alto fuste, para uma produtividade semelhante.