

Aspectos Sobre Nutrição e Adubação do Eucalipto - Fundamentos Para Pesquisas em Roraima



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Reinhold Stephanes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Marcelo Barbosa Saintive
Membros

Diretoria-Executiva

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

Tatiana Deane de Abreu Sá
José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Diretores-Executivos

Embrapa Roraima

Francisco Joaci de Freitas Luz

Chefe Geral

Marcelo Francia Arco-Verde

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Miguel Amador de Moura Neto

Chefe Adjunto de Administração



ISSN 1981 - 6103
Dezembro, 2008

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 03

Aspectos Sobre Nutrição e Adubação do Eucalipto - Fundamentos Para Pesquisas em Roraima

Mirian Cristina Gomes Costa
Helio Tonini
Julio Augusto Melo Schwengber

Boa Vista, RR
2008

Exemplares desta publicação podem ser obtidos na:

Embrapa Roraima

Rod. BR-174 Km 08 - Distrito Industrial Boa Vista-RR

Caixa Postal 133.

69301-970 - Boa Vista - RR

Telefax: (095) 3626.7018

e-mail: sac@cpafrr.embrapa.br

www.cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Marcelo Francia Arco-Verde

Secretário-Executivo: Newton de Lucena Costa

Membros: Aloísio de Alcântara Vilarinho

Jane Maria Franco de Oliveira

Paulo Sérgio Ribeiro de Mattos

Ramayana Menezes Braga

Ranyse Barbosa Querino da Silva

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo

1ª edição

1ª impressão (2008): 300

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)

Embrapa Roraima

Costa, Mirian Cristina Gomes.

Aspectos Sobre Nutrição e Adubação do Eucalipto -
Fundamentos Para Pesquisas em Roraima / Mirian Cristina
Gomes Costa, Helio Tonini, Julio Augusto Melo Schwengber. -
Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2008.

29p. (Embrapa Roraima. Documentos, 03).

ISSN 1981 – 6103

1. Eucalyptus. 2. Adubação. 3. Nutrição. 4. Pesquisa. 5.
Roraima. I. Tonini, Helio. II. Schwengber, Julio Augusto Melo.
III. Título

CDD: 634

Autores

Mirian Cristina Gomes Costa

Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora, Embrapa Roraima, BR 174 Km 8, Distrito Industrial, Boa Vista – RR,
mirian@cpafrr.embrapa.br

Helio Tonini

Doutor em Manejo Florestal, Pesquisador, Embrapa Roraima, BR 174 Km 8, Distrito Industrial, Boa Vista – RR, helio@cpafrr.embrapa.br

Julio Augusto Melo Schwengber

Aluno de Agronomia da Universidade Federal de Roraima, Estagiário da Embrapa Roraima, BR 174 Km 8, Distrito Industrial, Boa Vista – RR

SUMÁRIO

1 Introdução.....	5
2 O gênero Eucalyptus e o solo.....	6
3 Plantios de eucalipto e a adubação.....	8
3.1 Por que adubar?	8
3.2 Efeitos da adubação NPK.....	9
4 Nutrição do eucalipto.....	11
4.1 Exigências nutricionais.....	11
4.2 Avaliação do estado nutricional do eucalipto.....	11
5 Recomendações de práticas corretivas e de adubação para eucalipto.....	17
5.1 Práticas corretivas.....	17
5.1.1 Calagem.....	17
5.1.2 Fosfatagem e potassagem.....	18
5.1.3 Micronutrientes.....	19
5.2 Adubação de plantio.....	20
5.2.1 Nitrogênio, fósforo e potássio.....	20
5.2.2 Micronutrientes.....	22
5.3 Adubação de cobertura.....	23
6 Consideração final.....	24
Referências Bibliográficas.....	24

Aspectos Sobre Nutrição e Adubação do Eucalipto - Fundamentos Para Pesquisas em Roraima

Mirian Cristina Gomes Costa
Hélio Tonini
Julio Augusto Melo Schwengber

1. Introdução

Ao contrário do que ocorre nas demais regiões brasileiras, florestas plantadas não são expressivas no norte do Brasil. Pastagens plantadas ocupam a maior parte dos estabelecimentos agropecuários da região. No Estado de Roraima, que não foge à regra da Região Norte, pastagens nativas ou plantadas ocupam a maior área dos estabelecimentos agropecuários.

O primeiro passo para justificar plantios florestais em Roraima é o conhecimento de que o setor madeireiro local tem potencial para absorver a madeira produzida, reduzindo a pressão de exploração de florestas naturais. Considera-se também que os riscos de degradação do solo, decorrentes da atual forma de uso da terra com pastagens mal conduzidas, podem ser minimizados com a adoção de plantios florestais em áreas alteradas.

Em virtude das características de clima e solo das áreas alteradas de cerrado em Roraima, espécies do gênero *Eucalyptus* surgem como possibilidade de garantir o uso sustentável da terra a partir da implantação de florestas. Entretanto, na Região Norte somente os Estados do Pará e Amapá possuem plantios de eucalipto destinados à produção de madeira. Apesar das inúmeras pesquisas sobre manejo de florestas plantadas com eucalipto em diferentes regiões do país, é preciso conhecer melhor o desenvolvimento deste gênero para adaptar práticas de manejo às condições de Roraima.

No presente documento são apresentadas informações sobre adubação e nutrição mineral do eucalipto. O objetivo é fundamentar ações de pesquisa que garantam o manejo racional de fertilizantes e corretivos para plantios florestais com espécies desse gênero que venham a ser estabelecidas em áreas de cerrado que foram alteradas e que estejam em risco de degradação.

2. O gênero *Eucalyptus* e o solo

O gênero *Eucalyptus* constitui a essência da flora australiana. Cerca de 100 espécies do gênero podem ser encontradas em outros locais da Oceania, mas aproximadamente 700 espécies são endêmicas da Austrália. A introdução de algumas espécies do gênero *Eucalyptus* no Brasil ocorreu no século XIX, com o objetivo de favorecer a produção de dormentes para linhas férreas. Semelhanças entre Brasil e Austrália quanto à ocorrência dos climas tropical e subtropical, favoreceram plantios de eucalipto no Brasil.

As espécies de eucalipto apresentam características que conferem tolerância a uma série de condições adversas, viabilizando sua sobrevivência após incêndios ou seca prolongada, além de garantir seu crescimento em solos pouco férteis (HARDEN, 2007). Uma característica interessante que garante o desenvolvimento das árvores em solos com baixa disponibilidade de nutrientes, refere-se às associações mutualísticas entre fungos e raízes que ocorrem em algumas espécies de eucalipto, permitindo melhor aproveitamento dos nutrientes (ARAÚJO et al., 2004). A tolerância de algumas espécies à toxidez por alumínio é outra característica que tem sido bastante estudada (SILVA et al., 2004; ARRIAGADA et al., 2007).

Em seu centro de origem, o eucalipto se desenvolve em diferentes tipos de solo, mas até mesmo em função das características climáticas, a maioria desses solos são intemperizados, apresentando baixos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) e elevadas quantidades de sesquióxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al). No Brasil, mais de 60% dos solos com plantios de eucalipto são Latossolos distróficos ou álicos; 16% são Argissolos distróficos e 15% são Cambissolos ou Neossolos (SILVEIRA et al., 2001).

A partir da análise de alguns trabalhos de pesquisa realizados em áreas de plantios de eucalipto no Brasil, foi elaborada a Tabela 1, na qual são exemplificados os tipos de solo em que são encontrados plantios de diferentes espécies do gênero no país.

Tabela 1. Tipos de solo com plantios de eucalipto conforme citado na metodologia de diferentes autores de trabalhos de pesquisa brasileiros.

Tipo de solo	Local	Fonte
Latosol Vermelho-Amarelo fase arenosa	Salto - SP	SIMÕES et al., 1972
Latosol Vermelho-Amarelo barro-arenoso	Mogi-Guaçu - SP	BELLOTE et al., 1980
Latossolo Vermelho-Escuro Álico	Selvíria - MS	OLIVEIRA et al., 1985
Latossolo Vermelho Amarelo	Minas Gerais	FERNANDEZ et al., 2000
Argissolo Vermelho Distrófico	Alagoinhas - BA	ARAÚJO et al., 2004
Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa a muito argilosa	São Miguel Arcanjo - SP	GAVA, 2005
Neossolo Quartzarênico Distrófico textura arenosa	Itatinga e Angatuba - SP	GAVA, 2005
Latossolo Amarelo distrófico textura média	Alambari - SP	GAVA, 2005
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico psamítico	Itatinga - SP	BARREIROS et al., 2007

Apesar de nem todos os solos dos trabalhos avaliados terem sido apresentados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), é possível constatar a relevância de povoamentos de eucalipto estabelecidos em Latossolos, solos de textura média à arenosa e solos com baixa saturação por bases (distróficos).

Os Latossolos, bastante comuns em áreas de cerrado, apresentam algumas características físicas adequadas ao desenvolvimento de plantios florestais com eucalipto. Localizam-se em relevo plano a suavemente ondulado e são solos profundos, favorecendo a mecanização e o crescimento radicular. Por outro lado, quando esses solos apresentam textura arenosa e, conseqüentemente, baixa capacidade de retenção de água, os efeitos do déficit hídrico na produtividade do eucalipto são acentuados, principalmente quando não são utilizadas as técnicas silviculturais adequadas (LELES et al., 1998). A existência de elevados teores de alumínio é um dos fatores que contribui para a estruturação física desses solos, a partir da agregação. Entretanto, é um indicativo do elevado grau de intemperismo e da baixa disponibilidade de nutrientes. Nem todas espécies de eucalipto apresentam desenvolvimento satisfatório e o máximo potencial produtivo em solos com essas características.

Em Minas Gerais, a maior parte das plantações de eucalipto se situa na região de cerrado, que apresenta limitações ao crescimento das plantas em razão da baixa fertilidade dos solos (BARROS et al., 1981) e da distribuição irregular das chuvas, gerando períodos de deficiência hídrica (GOLFARI, 1975).

3. Plantios de eucalipto e a adubação

3.1 Por que adubar?

A falta de água e nutrientes são considerados importantes fatores que podem comprometer a produtividade e o rápido desenvolvimento de plantios florestais (STONEMAN et al., 1996). Apesar de ser apontado como planta pouco exigente em relação à fertilidade do solo, em algumas áreas com plantios de eucalipto sem adubação mineral foram documentadas evidências de deficiência nutricional (SILVEIRA et al., 1995).

A experiência tem provado que, em solos arenosos, profundos e pobres em elementos minerais como os solos do cerrado, os adubos minerais podem adquirir importância muito grande por proporcionarem às plantas em desenvolvimento, o vigor necessário para que as raízes atinjam rapidamente os horizontes profundos, de modo a utilizar melhor a água do solo (MELLO, 1960; 1968).

Além da importância do fornecimento de nutrientes para garantir o bom estabelecimento, o rápido desenvolvimento, a produtividade e a qualidade de madeira em plantios florestais, também é preciso considerar a importância da adubação para repor nutrientes que garantam a longevidade de exploração das florestas plantadas. Rennie (1955) demonstrou que a retirada de elementos minerais do solo por meio da produção nas florestas sob manejo é considerável, podendo drenar apreciável quantidade de nutrientes do solo. Esse processo torna inevitável, mais cedo ou mais tarde, a diminuição da produtividade.

Há indicação de que, em locais de clima Mediterrâneo, o fornecimento de nutrientes por meio da adubação pode não levar a aumentos de produtividade em plantios de eucalipto se houver déficit hídrico (MADEIRA et al., 2002). HUBBART et al. (2004) questionam se existe relação entre adubação e prejuízos aos plantios florestais de eucalipto em virtude do aumento na demanda por água. A suposição dos autores é de que o aumento da área foliar proporcionado pela adubação aumenta a demanda por água e, em condições de déficit hídrico, há prejuízos ao desenvolvimento das plantas. Por outro lado, Graciano et al. (2005) supõem que a adubação por ocasião do transplante é uma forma de garantir o melhor estabelecimento das mudas em locais sujeitos a déficit hídrico e garantir a produtividade do plantio florestal.

Dentre as razões que justificam a adubação em plantios florestais de eucalipto, destacam-se: a) ocorrência de sintomas de deficiência nutricional em plantios

estabelecidos em solos de baixa fertilidade; b) maior produtividade e maior velocidade no desenvolvimento das árvores verificadas quando se faz adubação; c) menor risco de diminuição da produtividade em florestas manejadas em virtude da exportação de nutrientes. Por outro lado, muitos questionamentos são feitos quanto à viabilidade econômica e a maneira mais eficiente para realizar a adubação.

Em estudo para avaliar espécies florestais em área de mata no Estado de Roraima, Tonini et al. (2006) indicaram o *Eucalyptus urograndis* para ser utilizado na implantação de florestas energéticas. Os autores mencionam ainda que práticas adequadas de adubação e manejo podem ampliar o número de espécies potenciais para florestas plantadas no Estado.

3.2 Efeitos da adubação NPK

Mello (1968), trabalhando com *E. saligna* verificou que a adubação mineral teve ação positiva no desenvolvimento das árvores plantadas em solo pobre e ácido do cerrado. Aspectos positivos da adubação mineral também foram encontrados para *E. globulus*, *E. grandis* e *E. gomphocephala* (BEAUCORPS, 1957; GOES, 1960; KARSCHON, 1961). STAPE et al. (2006) avaliaram a limitação nutricional para eucalipto cultivado em diferentes locais e verificaram que a adubação NPK aumentou significativamente a produção de madeira, com resultados mais evidentes em locais com solos arenosos.

DICKS et al. (1967) observaram que, na ausência de fósforo (P), a aplicação de nitrogênio (N) e/ou potássio (K) não resultou em aumento significativo na altura das árvores. A presença isolada de P, ou especialmente na presença de N e K, resultou em aumento significativo na altura das plantas.

A falta de resposta à adubação nitrogenada em eucalipto pode estar relacionada à baixa disponibilidade de água no solo (BEAUCORPS, 1957). Porém, Karplan et al. (1960) obtiveram resposta para aplicação de N em *E. gomphocephala*, mesmo em solos com altos teores de N, refletindo inclusive nos teores foliares de nitrogênio. Os autores verificaram o mesmo padrão de resposta à aplicação de fósforo.

Mello et al. (1970) avaliaram a aplicação de doses de N (0, 30, 60 kg ha⁻¹); P (0, 40, 80 kg ha⁻¹) e K (0, 50, 100 kg ha⁻¹). Os autores encontraram forte influência do P na produção de madeira sem casca em árvores de cinco anos. Nessa idade, já não foram constatados efeitos do N nem do K, mas na idade de três anos, foi constatada interação

significativa entre N e K, de modo que a aplicação de K em presença de N exerceu ação positiva na altura das árvores.

Silveira et al. (2001) citam diferentes autores que ressaltam que o potássio tem sido o nutriente mais limitante em povoamentos florestais em diferentes locais dos estados de São Paulo e Minas Gerais.

Nos plantios de eucalipto em área de renovação de canavial no Havaí, recomenda-se adubação de base NPK e adubação subsequente principalmente com nitrogênio. Porém, as aplicações subsequentes de P e K tornam-se necessárias nos locais que não foram previamente cultivados com cana-de-açúcar (provavelmente devido à ausência de resíduo da adubação) (WHITESELL et al., 1992). Resultados de pesquisas de campo mostraram que o crescimento das plantas está diretamente relacionado com o conteúdo de N no solo e que a resposta à adubação nitrogenada é maior quando as camadas superficiais do solo apresentam baixos teores de N.

A viabilidade econômica da adubação mineral em plantios comerciais de eucalipto no Havaí foi favorecida a partir do estabelecimento das florestas em áreas de renovação de canaviais. Assim, os nutrientes remanescentes da adubação destinada ao cultivo da cana-de-açúcar passaram a ser aproveitados para suprir parte das necessidades do eucalipto. Entretanto, uma adubação mineral complementar é realizada para garantir toda demanda nutricional do plantio (SANTO, 2000).

No Brasil e em outros países como Austrália e Nova Zelândia, o uso de lodo de esgoto ou biossólido tem sido avaliado como fonte de nutrientes aos plantios de espécies do gênero *Eucalyptus*. A utilização de lodo de esgoto ou biossólido tem sido considerada para melhorar as condições do solo, garantir o suprimento de nutrientes aos plantios florestais, aumentar a produtividade de madeira (BARREIROS et al., 2007), e também como maneira promissora de destinação do resíduo.

Existe grande importância na realização de estudos nos quais seja avaliada a melhor forma de adubação (fonte, doses, épocas de aplicação) considerando a espécie de eucalipto, a forma de manejo e as condições edafoclimáticas do local em que se desenvolve o povoamento florestal.

4. Nutrição do eucalipto

4.1 Exigências nutricionais

Diferentes autores mencionam que o conteúdo de macronutrientes nas partes do eucalipto em povoamentos florestais é variável de acordo com a espécie, a idade, as condições de clima e solo e a produtividade (HAAG, 1963; McCOOLL e HUMPHREYS, 1967; LUBRANO, 1970; LAMB, 1976).

No que se refere à quantidade total de macronutrientes na parte aérea, Silveira et al. (2001) apresentam a seguinte ordem: $N > Ca \geq K > S \geq Mg > P$. Bellote et al. (1980) verificaram que o cálcio é o nutriente mais extraído pelo eucalipto, seguido, em ordem decrescente de: N, K, S, Mg e P.

Bellote et al. (1980) identificaram o magnésio (Mg) como o nutriente mais exportado por meio do caule, seguido, em ordem decrescente, por P, Ca, K=S e N. Segundo Silveira et al. (2001), mais de 50% do cálcio (Ca) total do eucalipto está alocado no tronco. Assim, com o descascamento da madeira no campo, o Ca é o nutriente mais beneficiado, permanecendo na área de produção. Considerando somente a extração de madeira, a porcentagem de nutrientes exportada em relação ao total pode variar de 23 a 46% para nitrogênio; 23 a 53% para fósforo; 27 a 43% para potássio; 11 a 26% para cálcio e 25 a 30% para magnésio (SILVEIRA et al., 2001). Quanto aos micronutrientes, Bellote (1979) menciona o manganês (Mn) como o mais extraído e exportado pelo eucalipto, seguido pelo ferro (Fe), boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn).

4.2 Avaliação do estado nutricional do eucalipto

A falta de nutrientes pode ser identificada a partir da avaliação do estado nutricional das plantas. Tal avaliação é feita por meio da constatação de sintomas de deficiência, caracterizando a denominada diagnose visual. Segundo Malavolta et al. (1997), a diagnose visual é feita comparando-se o aspecto de uma amostra com um padrão, sendo que na maioria das vezes, compara-se um órgão da planta, que geralmente é a folha. Entretanto, dependendo do elemento que está deficiente, a diagnose visual pode ser feita ao comparar outros órgãos como raízes ou frutos. Com a diagnose visual sintomas de deficiência ou até mesmo de excesso de nutrientes podem ser verificados.

A certeza de que o sintoma observado é de deficiência, depende de alguns fatores que devem ser analisados. É preciso verificar se há incidência de pragas ou doenças, pois

alguns sintomas causados por pragas ou doenças podem ser confundidos com deficiência nutricional. Na maioria das vezes, sintomas de deficiência ocorrem de forma generalizada e não em reboleiras ou plantas isoladas, ou seja, atingem talhões ou glebas inteiras. Sintomas de deficiência também aparecem de forma simétrica nas plantas, afetando as duas folhas de um par ou então folhas sucessivas.

Quando se tem certeza de que o sintoma se deve a fatores nutricionais, o próximo passo é verificar se existe gradiente na planta, ou seja, se ocorre em folhas velhas ou novas. Isso ajuda a identificar qual nutriente está deficiente tendo em vista que sintomas de deficiência de elementos móveis na planta (N, P, K, Mg) ocorrem em folhas velhas, enquanto que sintomas de deficiência de elementos pouco móveis (Ca, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn) são verificados em folhas novas.

Malavolta et al. (1997) descrevem sintomas de deficiência de fósforo, boro e zinco em eucalipto (Tabela 2). Silveira et al. (2001) descrevem sintomas de deficiência de macro e micronutrientes (Tabelas 3 e 4).

Tabela 2. Descrição de sintomas de deficiência de fósforo (P), boro (B) e zinco (Zn) para o eucalipto

Sintomas	Elemento deficiente
Folhas verde-amareladas e depois avermelhadas	Fósforo (P)
Crescimento atrasado	Fósforo (P)
Folhas novas encarquilhadas	Boro (B)
Rachaduras no caule e tronco com exsudação de goma	Boro (B)
Internódios curtos	Zinco (Zn)
Folhas novas cloróticas, estreitas e lanceoladas	Zinco (Zn)

Fonte: MALAVOLTA et al., 1997

Tabela 3. Sintomas de deficiência de macronutrientes em eucalipto

Sintomas	Elemento deficiente
Inicialmente, folhas velhas apresentam coloração verde-clara, amarelecem e ficam com pequenos pontos avermelhados ao longo do limbo. Posteriormente, os pontos cobrem todo o limbo, causando avermelhamento generalizado (Figura 1).	Nitrogênio (N)
Inicialmente, folhas velhas ficam com coloração verde-escura, mostrando-se arroxeadas próximo às nervuras e com pontuações escuras ao longo do limbo. Na fase final, as pontuações tornam-se necróticas (Figura 2).	Fósforo (P)
Inicialmente, folhas velhas apresentam avermelhamento das bordas que progride em direção ao centro da folha. Nesta fase, muitas vezes, ocorre secamento das pontas das folhas (Figura 3).	Potássio (K)
Inicialmente, folhas novas mostram deformação seguida de enrolamento. Apesar de bem menos freqüente que a deficiência de B, pode ocorrer a morte das gemas apicais, podendo, em estádios mais avançados, ocorrer a seca de ponteiro.	Cálcio (Ca)
Inicialmente, folhas velhas apresentam manchas amareladas, com as nervuras permanecendo verdes. Além dessas manchas, formam-se outras numerosas, de cor marrom, de tamanho, forma e contornos variáveis, podendo também ocorrer clorose internerval.	Magnésio (Mg)
As folhas novas mostram leve clorose ou avermelhamento de forma uniforme.	Enxofre (S)

Fonte: SILVEIRA et al., 2001



Fig 1. Sintomas de deficiência de nitrogênio verificada em ensaio de adubação com *E. Camaldulensis* em Roraima



Fig 2. Sintomas de deficiência de fósforo verificada em ensaio de adubação com *E. camaldulensis* em Roraima

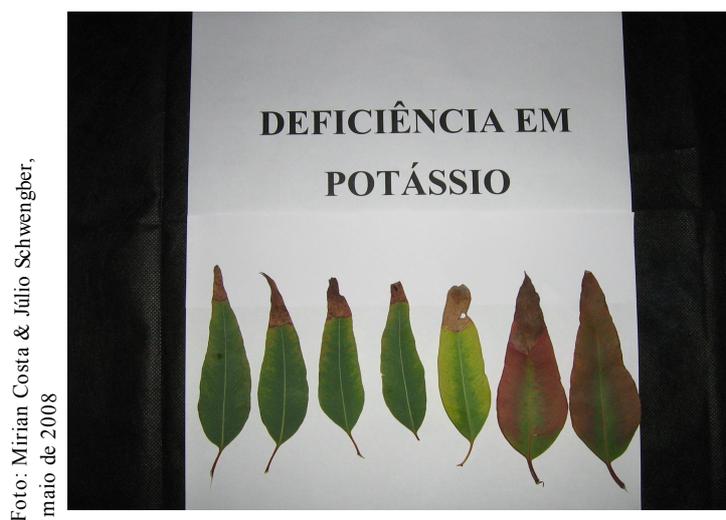


Fig 3. Sintomas de deficiência de potássio verificada em ensaio de adubação com *E. camaldulensis* em Roraima

Tabela 4. Sintomas de deficiência de micronutrientes em eucalipto

Sintomas	Elemento deficiente
As folhas novas apresentam intensa clorose marginal seguida de secamento das margens. As nervuras tornam-se extremamente salientes com posterior necrose (aspecto de “costelamento”). As folhas mais novas apresentam-se encarquilhadas e espessas. Na planta ocorre perda de dominância causada pela morte da gema apical. No estágio final, observa-se seca de ponteiro e morte descendente dos ramos, com posterior superbrotamento das gemas laterais, resultando na bifurcação do tronco. Em algumas situações pode ocorrer quebra do ponteiro.	Boro (B)
Folhas novas deformadas; morte descendente dos ramos, caules e ramos tortuosos; perda de lignificação, ficando os ramos e o caule com aspecto de “caídos”.	Cobre (Cu)
As folhas novas apresentam clorose internerval com aparência de um reticulado fino, ou seja, as nervuras ficam verde-escuras, enquanto o limbo foliar fica verde-claro.	Ferro (Fe)
As folhas novas apresentam clorose internerval com aparência de reticulado grosso, ou seja, as nervuras e áreas adjacentes ficam verde-escuras enquanto o restante do limbo foliar permanece verde-claro.	Manganês (Mn)
As folhas novas tornam-se lanceoladas, estreitas e pequenas. Na região apical ocorre um superbrotamento das gemas com posterior perda da dominância. A árvore fica sem ponteiro dominante, acarretando uma redução no crescimento em altura.	Zinco (Zn)

Fonte: SILVEIRA et al., 2001

Sintomas de deficiência nutricional são bastante típicos e geralmente ocorrem da mesma forma em diferentes espécies vegetais porque os elementos exercem os mesmos papéis nas plantas. Entretanto, os nutrientes podem estar em níveis inadequados sem que sejam verificados sintomas visíveis. Nesse caso tem-se a denominada “fome oculta” na qual não há sintomas mas a produtividade já pode ter sido prejudicada pela falta de determinado elemento. A “fome oculta” pode ser identificada quando se faz a diagnose foliar.

Malavolta et al. (1997) definem a diagnose foliar como método de avaliação do estado nutricional dos vegetais em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida das plantas. Os mesmos autores também apontam a diagnose foliar como forma de analisar o solo usando a planta como solução extratora. Com a diagnose foliar é possível avaliar o estado nutricional, identificar deficiências cujos sintomas podem ser confundidos dificultando a diagnose visual, e avaliar a necessidade de medidas para promover o suprimento de elementos deficientes.

Para que a diagnose foliar seja eficiente, deve haver rigor no processo de coleta de amostras. Especial atenção deve ser dada ao tipo de folha a ser amostrada (são consideradas ideais as folhas recém-maduras) e à época de amostragem. Para povoamentos com o gênero *Eucalyptus*, Malavolta et al. (1997) recomendam como época ideal de coleta o período entre verão e outono e as folhas recém-maduras que estão em ramos primários. Para garantir a representatividade da amostra, os autores recomendam coletar 18 folhas por hectare (considerando a área homogênea). De acordo com os mesmos autores, os teores totais de nutrientes considerados adequados para o tipo de folha coletada de eucalipto são descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Teores totais de macro e micronutrientes considerados adequados para espécies de eucalipto.

MACRONUTRIENTES (g kg⁻¹)					
N	P	K	Ca	Mg	S
14 - 16	1,0 - 1,2	10 - 12	8 - 12	4 - 5	1,5 - 2,0
MICRONUTRIENTES (mg kg⁻¹)					
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
40 - 50	8 - 10	150 - 200	100 - 600	0,5 - 1,0	40 - 60

Fonte: MALAVOLTA et al., 1997

Silveira et al. (2001) recomendam que sejam coletadas as duas primeiras folhas completamente desenvolvidas (3º ou 4º par de folhas) de ramos situados no terço superior da copa da árvore. Os autores recomendam que sejam amostradas entre 40 a 80 folhas de 10 árvores por hectare. Os teores totais de macro e micronutrientes considerados adequados por diferentes autores em Silveira et al. (2001) são descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Teores totais de macro e micronutrientes considerados adequados para espécies de eucalipto por diferentes autores.

Autores	MACRONUTRIENTES (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Dell et al., 1995 ⁽¹⁾	18-34	1,0-2,2	9-18	3-6	1,1-2,1	1,5-2,3
Gonçalves, 1995 ⁽²⁾	13,5-18	0,9-1,3	9-13	6-10	3,5-5,0	1,5-2,0
Silveira et al. (1998 b, 1999) ⁽¹⁾	22-27	1,7-2,2	8,5-9,0	7,1-11,0	2,5-2,8	1,5-2,1
	MICRONUTRIENTES (mg kg ⁻¹)					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Dell et al., 1995 ⁽¹⁾	15-27	2,0-7,4	63-128	193-547	-	17-42
Gonçalves, 1995 ⁽²⁾	30-50	7-10	150-200	400-600	-	35-50
Silveira et al. (1998 b, 1999) ⁽¹⁾	34-44	6-7	65-125	200-840	-	15-20

⁽¹⁾Dados referentes a povoamentos de *Eucalyptus grandis*

⁽²⁾Dados médios para as espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil.

Fonte: SILVEIRA et al., 2001

5. Recomendações de práticas corretivas e de adubação para eucalipto

5.1 Práticas corretivas

Define-se como prática corretiva toda aplicação realizada em pré-plantio, com o insumo distribuído a lanço e em área total (Exemplos: calagem, gessagem, fosfatagem, potassagem, silicatagem).

5.1.1 Calagem

Andrade (2004) recomenda a calagem para eucalipto em solos de cerrado com os objetivos de elevar a saturação por bases a 25% na camada de 0 a 20 cm de profundidade e de aumentar os teores de cálcio e magnésio para valor mínimo de 1,5 cmol_c dm⁻³ e 0,5 cmol_c dm⁻³, respectivamente. O mesmo autor menciona que a gessagem é recomendada no caso de ocorrer saturação por alumínio maior que 20% ou teores de cálcio inferiores a 0,5 cmol_c dm⁻³ no subsolo. Entretanto, o autor não menciona o critério para determinação das doses de gesso.

Para o estado de Minas Gerais, Barros e Novais (1999) recomendam que a calagem seja dispensada para o eucalipto, tanto para a produção de mudas quanto para o estabelecimento de plantios no campo, tendo em vista a tolerância das espécies do gênero ao alumínio do solo.

Gonçalves et al. (1997) recomendam a calagem para o eucalipto com o objetivo de aumentar teores de cálcio e magnésio no solo, utilizando a seguinte expressão:

$$NC = 10 [X - (Ca+Mg)] / PRNT$$

Onde:

NC = necessidade de calcário (t ha⁻¹)

X = 20 para Eucalyptus

Ca e Mg = dados em mmol_c dm⁻³

PRNT = em porcentagem de equivalente CaCO₃

Silveira et al. (2001) mencionam que em solos com baixos teores de Ca e Mg, a quantidade de calcário a ser aplicada deve ser baseada no conteúdo de Ca presente na biomassa aos sete anos de idade, que geralmente varia de 150 a 400 kg ha⁻¹ de Ca, de acordo com o material genético e o tipo de solo. A dose média de calcário dolomítico tem ficado em torno de 1 a 2,5 t ha⁻¹.

5.1.2 Fosfatagem e potassagem

Fosfatagem e potassagem são recomendadas por Andrade (2004) para estabelecimento de plantios de eucalipto em solos de cerrado, de acordo com o teor de argila e níveis de fósforo e potássio no solo (Tabela 7).

Silveira et al. (2001) mencionam a importância da aplicação de fosfatos naturais para solos com valores de pH (CaCl₂) menores que 5. Os autores citam Barros et al. (1992) que indicam a importância da aplicação de fósforo em volume maior de solo mediante aplicação de fosfato natural. Nos povoamentos a recomendação é de 1 t ha⁻¹ de fosfato natural em área total ou 500 kg ha⁻¹ em faixas de 1 a 1,5 m, com incorporação antes ou após plantio.

Tabela 7. Doses de fósforo e potássio recomendadas para fosfatagem e potassagem

Teor de argila -----%-----	Níveis de P e K no solo					
	Baixo		Médio		Adequado	
	-----kg ha ⁻¹ -----					
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
<15	50	30	25	15	0	0
16-35	100	60	50	30	0	0
>35	150	90	75	45	0	0

Fonte: ANDRADE, 2004

5.1.3 Micronutrientes

O manejo da adubação com micronutrientes em plantios de eucalipto estabelecidos em condições de cerrado, é indicado por Galvão (2004). O autor recomenda correção com micronutrientes quando os teores dos elementos no solo estiverem muito baixos (Tabelas 8 e 9), aplicando a lanço 2 kg ha⁻¹ de boro; 2 kg ha⁻¹ de cobre; 6 kg ha⁻¹ de manganês; 0,4 kg ha⁻¹ de molibdênio e 6 kg ha⁻¹ de zinco.

Tabela 8. Interpretação de resultados de análise de micronutrientes em solos de cerrado

Teor	B ⁽¹⁾	Cu ⁽²⁾	Mn ⁽²⁾	Zn ⁽²⁾
	-----mg dm ⁻³ -----			
Baixo	0 a 0,2	0 a 0,4	0 a 1,9	0 a 1,0
Médio	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	2,0 a 5,0	1,1 a 1,6
Alto	>0,5	>0,8	>5,0	>1,6

⁽¹⁾Água quente

⁽²⁾Mehlich 1

Fonte: GALRÃO, 2004

Tabela 9. Interpretação de resultados de análise de micronutrientes em solos do estado de São Paulo

Teor	Cu ⁽¹⁾	Fe ⁽¹⁾	Mn ⁽¹⁾	Zn ⁽¹⁾
	-----mg dm ⁻³ -----			
Baixo	0 a 0,2	0 a 4	0 a 1,2	0 a 0,5
Médio	0,3 a 0,8	5 a 12	1,3 a 5,0	0,6 a 1,2
Alto	>0,8	>12	>5,0	>1,2

⁽¹⁾DTPA

Fonte: RAIJ et al. (1996) citados por GALRÃO (2004).

5.2 Adubação de plantio

5.2.1 Nitrogênio, fósforo e potássio

A adubação de plantio recomendada por Andrade (2004) não leva em consideração teores de fósforo e potássio no solo. O autor recomenda 27 gramas de P_2O_5 por cova que, de acordo com os espaçamentos indicados pelo mesmo autor, resultam em dose de fósforo entre 45 e 70 $kg\ ha^{-1}$. No plantio, Andrade recomenda oito gramas de K_2O por cova, que, com o máximo e mínimo espaçamento recomendados, resultam em dose de K_2O na faixa de 13 a 20 $kg\ ha^{-1}$.

Nas sugestões de adubação para eucalipto, Barros e Novais (1999) fundamentam as doses de nutrientes a serem aplicadas no nível crítico para produção de mudas, no nível crítico de manutenção e no incremento médio anual esperado (Tabela 10). Para teores de fósforo no solo superiores ao nível crítico, os autores recomendam dose de 28 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 em solos arenosos e 43 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 em solos argilosos. Para teores de fósforo no solo abaixo do nível crítico, as doses de P_2O_5 recomendadas pelos autores variam de 36 a 72 $kg\ ha^{-1}$.

Na adubação de plantio para povoamentos de eucalipto recomendada por Gonçalves et al. (1997), doses de N são estabelecidas de acordo com teores de matéria orgânica do solo (Tabela 11). Já as doses de P_2O_5 e K_2O variam de acordo com teores de nutrientes e de argila no solo (Tabelas 12 e 13). No plantio os autores recomendam aplicar 100% da dose de fósforo e somente 1/3 das doses de nitrogênio e potássio.

Tabela 10. Níveis críticos de nutrientes para produção de mudas e de manutenção de plantios de eucalipto

Elemento ⁽¹⁾	Nível crítico para produção de mudas ⁽²⁾	Nível crítico de manutenção			
		Incremento médio anual ($m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)			
		20	30	40	50
P($mg\ dm^{-3}$) solo argiloso ⁽³⁾	60	4,3	4,3	4,4	4,5
P($mg\ dm^{-3}$) solo arenoso	80	6,2	6,3	6,4	6,5
K ($mg\ dm^{-3}$) ⁽⁴⁾	10	45	60	75	90
Ca ($mg\ dm^{-3}$) ⁽⁵⁾	0,20	0,45	0,60	0,70	0,80
Mg ($mg\ dm^{-3}$) ⁽⁵⁾	0,05	0,10	0,13	0,16	0,19

⁽¹⁾Amostragem de 0-20 cm de profundidade

⁽²⁾Mesmos níveis considerados adequados para a implantação de florestas

⁽³⁾Extrator Mehlich 1. Valores 60 e 80 referem-se às plantas com 45 dias de idade. Os demais valores referem-se às árvores com um ou mais anos de idade.

(4) Extrator Mehlich 1

(5) Extrator KCl 1 mol L⁻¹

Fonte: BARROS e NOVAIS (1999).

Tabela 11. Doses de nitrogênio recomendadas para eucalipto com base no teor de matéria orgânica do solo

Matéria orgânica no solo (g dm ⁻³)	Doses de N (kg ha ⁻¹)
0-15	60
16-40	40
>40	20

Fonte: GONÇALVES et al., 1997

Tabela 12. Doses de fósforo recomendadas para eucalipto com base nos teores de fósforo e de argila no solo

Argila -----g kg ⁻¹ -----	P _{resina} (mg dm ⁻³)			
	0-2	3-5	6-8	>8
	-----P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)-----			
<150	60	40	20	0
150-350	90	70	50	20
>350	120	100	60	30

Fonte: GONÇALVES et al., 1997

Tabela 13. Doses de potássio recomendadas para eucalipto com base nos teores de potássio e argila do solo

Argila -----g kg ⁻¹ -----	K ⁺ _{trocável} (mmol _c dm ⁻³)		
	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
	-----K ₂ O (kg ha ⁻¹)-----		
<150	50	30	0
150-350	60	40	0
>350	80	60	0

Fonte: GONÇALVES et al., 1997

Silveira et al. (2001) mencionam que a adubação de plantio para eucalipto visa, principalmente, o fornecimento de fósforo, cobre e zinco. Também deve fornecer pequenas doses de nitrogênio e potássio (10 kg ha⁻¹ de N e 20 kg ha⁻¹ de K). As doses de fósforo são recomendadas de acordo com o teor de P disponível e teor de argila do solo (Tabela 12).

Na realização de pesquisas para seleção de espécies florestais nas savanas de Roraima, Arco-Verde et al. (2005) mencionam ensaios em plantios homogêneos com

espécies introduzidas utilizando *Tectona grandis*, *Pinus caribea*, *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mangium*. Os melhores resultados foram verificados para *Acacia mangium* e *Eucalyptus urograndis*. Os autores descrevem que o manejo da correção e adubação do solo foi realizado mediante adição de 500 kg ha⁻¹ de calcário, 50 kg ha⁻¹ de FTE BR-12, além de 120 g cova⁻¹ de superfosfato triplo.

Em área de mata de Roraima, em solo classificado como Argissolo Vermelho amarelo distrófico, Tonini et al. (2006) encontraram elevada sobrevivência e altura em clones de *Eucalyptus urograndis*, definindo o bom potencial da espécie para o plantio com baixa adição de insumos na região. Na metodologia utilizada pelos autores, considerando a aplicação de 60 g cova⁻¹ de superfosfato triplo e o espaçamento de 3 x 2 metros, o manejo da adubação do plantio de eucalipto foi constituído basicamente por 37 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

5.2.2 Micronutrientes

Para adubação de plantio com micronutrientes na implantação de povoamentos de eucalipto em solos de cerrado, Galvão (2004) recomenda 1,0 kg ha⁻¹ de boro; 2 kg ha⁻¹ de cobre; 2 kg ha⁻¹ de zinco aplicados diretamente nas covas ou sulcos de plantio. Essa adubação deve ser feita quando os teores de micronutrientes no solo estiverem no nível baixo conforme Tabelas 8 e 9, mesmo que micronutrientes já tenham sido aplicados em prática corretiva.

Barros e Novais (1999) recomendam 2 kg ha⁻¹ de Zn na adubação de plantio de eucalipto. Gonçalves et al. (1997) recomendam a aplicação de 1 kg ha⁻¹ de boro em solos com baixos teores de micronutriente (B < 0,21 mg dm⁻³) e 1,5 kg ha⁻¹ de Zn em solos com baixos teores do elemento (Zn < 0,6 mg dm⁻³).

Os micronutrientes recomendados por Silveira et al. (1998) na adubação de plantio de eucalipto são cobre, zinco e boro. As doses são recomendadas em função dos teores dos micronutrientes no solo (Tabelas 14 e 15).

Tabela 14. Recomendação de zinco e cobre para eucalipto de acordo com o teor destes micronutrientes no solo (camada de 0-20 cm de profundidade)

Teor	Disponível no solo		Doses Recomendadas	
	Zn (EDTA)	Cu (EDTA)	Zn	Cu
	-----mg dm ⁻³ -----		-----kg ha ⁻¹ -----	
Muito baixo	<0,25	<0,3	2,0	1,0
Baixo	0,25 a 0,5	0,3 a 5,0	1,0	0,5
Adequado	0,5 a 1,0	5,0 a 0,5	0,5	0
Acima do adequado	>1,0	> 0,8	0	0

Fonte: SILVEIRA et al., 1998

Tabela 15. Recomendação de boro para eucalipto de acordo com o teor deste micronutriente no solo (camada de 0-20 cm de profundidade)

Teor de boro no solo (água quente)	Dose de boro recomendada
-----mg dm ⁻³ -----	-----kg ha ⁻¹ -----
<0,2	4,0
0,2 a 0,4	3,0
0,4 a 0,6	1,0
>0,6	0

Fonte: SILVEIRA et al., 1998

5.3 Adubação de cobertura

Nitrogênio e potássio são recomendados em adubações de cobertura, nas doses de 60 e 40 kg ha⁻¹, devendo ser aplicados 30 a 40 dias após transplante das mudas, de forma parcelada (três vezes) no período chuvoso (Andrade, 2004).

Gonçalves et al. (1997) recomendam doses de N de acordo com teores de matéria orgânica do solo (Tabela 11), enquanto que doses de K são de acordo com teores do nutriente e de argila no solo (Tabela 13). Segundo os autores, como 1/3 das doses de N e K é aplicado na adubação de plantio, os 2/3 restantes devem ser aplicados em cobertura.

Para Silveira e Malavolta (2000) a adubação potássica em cobertura para eucalipto deve ser feita em três épocas diferentes a partir do transplante das mudas, e com doses que variam de acordo com teores de potássio no solo (Tabela 16).

Tabela 16. Recomendação de adubação potássica para eucalipto de acordo com teores de K no solo (amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm).

Época de aplicação	K trocável ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$)		
	0 a 1,0	1 a 1,5	>1,5
Meses após plantio	-----K ₂ O kg ha ⁻¹ -----		
2-3	20-30	20-30	20-30
6-9	30-45	20-30	-
12-18	60-75	-	-

Fonte: SILVEIRA e MALAVOLTA, 2000

Alguns autores mencionam que a adubação com boro deve ser em cobertura e até mesmo parcelada (SILVEIRA et al., 2001; BARROS, NOVAIS, 1999). Entretanto, o uso de fontes de boro menos solúveis (ulexita, colemanita e FTE) pode fazer com que a adubação boratada por ocasião do plantio seja mais adequada.

6. Consideração final

Plantios florestais de eucalipto devem ser instalados em áreas propícias para a sustentabilidade ambiental, econômica e social da atividade. Como essas áreas apresentam características específicas de clima e solo, o desenvolvimento de uma espécie pode ser favorecido em detrimento às outras espécies do gênero. A interação solo-planta-atmosfera exerce grande influência no manejo da adubação, tornando necessário conduzir estudos que indiquem como adubar para garantir o melhor desempenho dos povoamentos florestais de eucalipto em diferentes regiões brasileiras.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, L. R. M. Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes. In: SOUSA, D. M. & LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 13, p. 317-366.

ARAÚJO, C. V.; ALVES, L. De J.; SANTOS, O. M.; ALVES, J. M. Micorriza arbuscular em plantações de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell no litoral norte da Bahia, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 18, n. 3, p. 513-320, 2004

ARCO-VERDE, M. F.; TONINI, H.; MOURÃO Jr., M. A silvicultura nas savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. (Ed.) **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005. cap. 13, p. 195-200.

ARRIAGADA, C. A.; HERRERA, M. ^a; BORIE, F.; Ocampo, J. A. Contribution of arbuscular mycorrhizal and saprobe fungi to the alluminium resistance of *Eucalyptus globulus*. **Water, air & soil pollution**, v. 182, n. 1-4, p. 383-394, 2007.

BARREIROS, R.M.; GONÇALVES, J.L.M.; SANSÍGOLO, C.A.; POGGIANI, F. Modificações na produtividade e nas características físicas e químicas da madeira de *Eucalyptus grandis* causadas pela adubação com lodo de esgoto tratado. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 103-111, 2007.

BARROS, N.F.; BRAGA, J. M.; BRANDI, R. M.; DEFELIPO, B. V. Produção de eucalipto em solos de cerrado em resposta à aplicação NPK e de B e Zn. **Revista árvore**, v. 5, p. 90-103. 1981.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; LEAL, P. G. L. Fertilizing eucalypt plantations on the Brazilian savannah soils. **South Africa Forestry Journal**, v. 160, p. 7-12, 1992.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R. F. Eucalipto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.V.H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, 5^a aprox., 1999. cap. 18, p. 303-305

BEAUCORPS, G. Rapports entre les peuplements d' eucalyptus et les sols sableux de la Mamora et du Rharb. **Ann. Rech. Foresterie Morocco**, v. 5, p. 26-216, 1957.

BELLOTE, A.F.J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes por *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) em função da idade**. 1979. 129 p. Dissertação. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1979.

BELLOTE, A.F.J.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função da idade: 1 – Macronutrientes. **IPEF**, n. 20, p.1-23, 1980.

DICKS, H. M.; KIRK, R. D.; JACKSON, D. A. Fertilizing speeds growth. **World wood**. v. 8, p. 51, 1967.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FERNANDEZ, J. Q. P.; DIAS, L. E.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; MORAES, E. J. Productivity of *Eucalyptus camaldulensis* affected by rat and placement of two phosphorus fertilizers to a Brazilian Oxisol. **Forest Ecology and Management**, v. 127, p. 93-102, 2000.

GAVA, J. L. **Relações entre atributos do solo e qualidade da madeira de clone de *Eucalyptus grandis* para produção de celulose**. 2005. 54 p. Dissertação. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. Brasília. 2ª ed., 2004. cap. 8, p. 185-226.

GOES, E. **Os eucaliptos em Portugal: I – Identificação e monografia de 90 espécies**. Lisboa: Direção geral dos serviços florestais e agrícolas. 1960. 298 p.

GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento. **Série Técnica**. PRODE PEF, Brasília, v. 3, p. 1-65, 1975.

GONÇALVES, J. L. de M.; RAIJ, B. van; GONÇALVES, J. C. Florestais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Boletim Técnico nº 100**. Campinas, IAC/FUNDAG. 2ª ed. rev. Atual. 1997. cap. 23, p. 245-258.

GRACIANO, C.; GUIAME, J. J.; GOYA, J. F. Impact of nitrogen and phosphorus fertilization on drought responses in *Eucalyptus grandis* seedlings. **Forest Ecology and Management**, v. 212, p. 40-49, 2005.

HAAG, H. P. Composição química do *E. Alba* Reinw. e *E. grandis* Hill ex-Maiden: resultados preliminares. **Fertilité**. Paris. v. 18, p. 9-14, 1963.

HARDEN, G. Eucalypts - Evolution and Distribution. Disponível em: <<http://www.amonline.net.au/factSheets/eucalypts.htm>> Acesso em 13 dez. 2007.

HUBBARD, R. M.; RYAN, M. G.; GIARDINA, C. P.; BARNARD, H. The effect of fertilization on sap flux and canopy conductance in a *Eucalyptus saligna* experimental forest. **Global change biology**, v. 10, n. 4, p. 427-436, 2004.

KARPLAN, I. Fertilizer application trials in young forest plantations. **La Yaaran**, v. 9, p. 31, 1960.

KARSCHON, R. Soil evolution as affected by eucalyptus. Segunda conferência mundial do eucalipto. São Paulo. FAO. Relatórios e Documentos 2, 1961. p. 897-904.

LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fastgrowing tropical eucalypt. **Plant and Soil**, v. 45, n. 2, p. 477-492, 1976.

LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F. MORAIS, E. J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista árvore**, v. 22, n. 1, p. 41-50, 1998.

LUBRANO, L. Investigations on the nutrient requirements of some Eucalyptus species. **Publicazione del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 1970.

MADEIRA, M. V.; FABIÃO, A.; PEREIRA, J. S.; ARAÚJO, M. C.; RIBEIRO, C. Changes in carbon stocks in Eucalyptus globulus Labill plantations induced by different water and nutrient availability. **Forest Ecology and Management**, v. 171, p. 75-85, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

McCOOL, J. R.; HUMPHREYS, F. R. Relationships between some nutritional factors and the distributions of *E. gummifera* and *E. Maculata*. **Ecology**, v. 48, n. 5, p. 766-771, 1967.

MELLO, H. A.; SOBRINHO, J. M.; SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. Resultados da aplicação de fertilizantes minerais na produção de madeira de *Eucalyptus saligna* SM em solos de cerrado do estado de São Paulo. **IPEF**, n. 1, p. 7-26, 1970.

MELLO, H. A. Efeitos da adubação mineral sobre a qualidade da madeira. Piracicaba: **IPEF**. ESALQ, 1968. 16 p. (Relatório Técnico).

MELLO, H. A. Contribuição ao consumo de água por *Eucalyptus alba* Reineo, *Piptadenia rígida* Benth e *Astronium urundeuva*. 54 p. Tese. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1960.

OLIVEIRA, S. A.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S. Efeito da adubação NPK e micronutrientes no desenvolvimento de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Floresta**, v. 29, n. ½, p. 27-36, 1985.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C. A. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. p. 119-153.

RENNIE, P. S. The uptake of nutrients by mature forest growth. **Plant and Soil**, v. 7, p. 49-95, 1955.

SANTO, L. T. Fertilization of eucalyptus for rapid canopy closure on the Hamakua coast in Pa'aulio. Hawaii Agriculture Research Center Forestry. **Report 4 and Technical suplement**. 2000.

SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; JHAM, G. N.; BARROS, N. F.; GEBRIM, F. O.; NUNES, F. N.; NEVES, J. C. L.; LEITE, F. P. Responses of eucalypt species to aluminium: the possible involvement of low molecular weight organic acids in the Al tolerance mechanism. **Tree physiology**, v. 24, p. 1267-1277, 2004.

SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, R. I.; BRANCO, E. F. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1995, Viçosa. **Levantamento do estado nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* da região de Itatinga – SP. I – Macronutrientes**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 896-898.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; POMPERMAYER, P. N. Monitoramento nutricional na siderúrgica Barra Mansa. 1998. 92 p. Relatório de pesquisa e assessoria. (não publicado).

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em Eucalyptus. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 91, 2000. 12 p.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E. N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M. R. A. Seja doutor do seu eucalipto. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 93, 2001. 23 p.

SIMÕES, J. W.; MELLO H. A.; LEITE, N. B.; NETTO, A. C. Resultados preliminares sobre a fertilização fosfatada no plantio d eucalipto (nota prévia). **IPEF**, n. 5, p. 61-65, 1972.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; JACOB, W. S.; TAKAHASHI, E. A twin-plot approach to determine nutrient limitation and potential productivity in eucalyptus plantations at landscape scales in Brazil. **Forest ecology and Management**, v. 223, p. 358-362, 2006.

STONEMAN, G. L.; CROMBIE, D. S.; WHITFORD, K.; HINGSTON, F. J. GILES, R.; PORTLOCK, C. C.; GALBRAITH, J. H. DIMMOCK, G. M. Growth and water relations of *Eucalyptus marginata* (jarrah) stands in response to thinning and fertilization. **Tree Physiology**, v. 16, p. 267-274, 1996.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D.; MOURÃO JÚNIOR, M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 8-18, 2006.

WHITESSELL, C. D.; DE BELL, D. S.; SCHUBERT, T. H.; STRAND, R. F.; CRABB, T. B. **Short-rotation management of eucalyptus**: guideline for plantations in Hawaii. USDA forest service. 30 p. 1992.

Embrapa

Roraima

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

