

SEJA O DOUTOR DO SEU EUCALIPTO

Ronaldo Luiz Vaz de Arruda Silveira¹
Edson Namita Higashi²

Fábio Sgarbi³
Marta Regina Almeida Muniz⁴

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro, constituído principalmente pelas indústrias de celulose e papel, produção de carvão vegetal, madeira serrada, chapas e aglomerados, vem ocupando lugar de destaque na economia nacional. No setor de celulose e papel houve um grande avanço desde a década de 50: a produção brasileira de celulose passou de 95 mil toneladas, em 1950, para 6,3 milhões de toneladas, em 1997; conseqüentemente, a produção anual de papel passou de 253 mil para 6,5 milhões de toneladas, respectivamente. O setor siderúrgico, principal consumidor do carvão vegetal utilizado como fonte de energia e como termoreductor no processo de fusão de minerais, nos últimos cinco anos, vem reduzindo o consumo desta matéria-prima devido à concorrência com o coque mineral. Já o setor de madeira serrada e de chapa de fibras vem apresentando, nos últimos anos, um elevado crescimento econômico.

Segundo dados da FAO (www.fao.org), no ano de 1980, o valor correspondente à exportação de madeira serrada, compensados, chapas de fibra e aglomerados foi de US\$ 233.876.000, contra US\$ 527.627.000 em 1999. Estes valores mostram um crescimento de aproximadamente 226% em apenas 19 anos. O faturamento do setor florestal brasileiro representou cerca de 13% da economia de toda a indústria de transformação. A indústria siderúrgica gerou o maior faturamento (45%), seguida pelo setor de celulose e papel (31,2%), pelas indústrias de madeira serrada e chapas de fibra (11,6%) e pelo setor moveleiro (12,2%). Verificou-se que no período entre 1993 e 1995 foram gerados pelo setor florestal 1,5 milhões de empregos diretos e indiretos, correspondendo a 11% do total de pessoas ocupadas ou empregadas na indústria de transformação.

A madeira, matéria-prima utilizada pelo setor florestal, é obtida, em grande parte, a partir de plantios homogêneos realizados com espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*. A elevada utilização do eucalipto nos reflorestamentos ocorreu pelo seu rápido crescimento e por sua boa adaptação às nossas condições edafo-climáticas. A área reflorestada com espécies de eucalipto em alguns Estados do Brasil está apresentada na Tabela 1.

As principais espécies de eucalipto utilizadas nos reflorestamentos brasileiros, segundo SILVEIRA et al. (1995c), são *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. saligna*. Com a evolução dos progra-

Tabela 1. Área reflorestada com espécies de eucalipto em alguns Estados do Brasil até 1999.

Estado	Área (ha)	%
Amapá	12.500	0,4
Espírito Santo	152.330	5,1
Pará	45.700	1,5
Mato Grosso do Sul	80.000	2,7
Minas Gerais	1.535.290	51,7
São Paulo	574.150	19,3
Bahia	213.400	7,2
Rio Grande do Sul	115.900	3,9
Paraná	67.000	2,2
Santa Catarina	41.550	1,4
Outros	128.060	14,5
Total	2.965.880	100

Fonte: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000 (www.sbs.org.br).

mas de melhoramento genético tradicional e da clonagem, atualmente estão sendo utilizados clones híbridos interespecíficos como: *E. grandis* x *E. urophylla* e *E. urophylla* x *E. grandis*. Os materiais genéticos hibridizados apresentam maior “plasticidade” quanto à adaptação aos diferentes sítios florestais e, além disso, são mais produtivos e/ou apresentam melhores características da madeira.

O ciclo de corte varia em função da utilização da madeira. As indústrias de celulose e papel, as siderúrgicas e as indústrias de chapas de fibra utilizam o ciclo entre 5 e 7 anos, enquanto as indústrias de madeira serrada adotam um ciclo mais longo, variando entre 12 e 20 anos. A produtividade média da cultura do eucalipto, segundo SILVEIRA et al. (1995c), é de 28 m³.ha⁻¹.ano na primeira rotação, 21 m³.ha⁻¹.ano na segunda rotação e 17,5 m³.ha⁻¹.ano na terceira rotação. A produtividade, em função do tipo de solo, é a seguinte: 38,5 m³.ha⁻¹.ano em latossolos e 26 m³.ha⁻¹.ano em areias quartzosas.

STAPE et al. (1997) encontraram relação entre o incremento médio anual (IMA) e a precipitação média anual, em função do tipo do solo, na região nordeste da Bahia (Tabela 2).

2. SOLOS FLORESTAIS

A distribuição dos principais tipos de solos utilizados nos plantios de eucalipto é a seguinte: Latossolos distróficos ou álicos 64%; Podzólicos distróficos ou álicos 16%; Cambissolos e Litosolos 10%; Areia Quartzosa 5%; Terra Roxa, Podzólicos e Latossolos eutróficos 2,5%; e outros 2,5% (SILVEIRA et al., 1995c).

As características dos solos mais utilizados pela cultura do eucalipto (Latosolos distróficos ou álicos) são as seguintes:

¹ Engenheiro Florestal da RR Agroflorestal S/C Ltda., Doutor em Solos e Nutrição Florestal. Rua Alfredo Guedes, 1949, sala 802, CEP 13416-900, Piracicaba, SP. Consultor do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, ESALQ/USP. Telefone: (19) 422-1913. E-mail: www.ragroflorestal.com.br

² Biólogo da RR Agroflorestal S/C Ltda., Mestre em Fisiologia e Propagação Vegetativa de Espécies Vegetais. Consultor do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, ESALQ/USP.

³ Engenheiro Florestal da RR Agroflorestal S/C Ltda. na área de Manejo Florestal.

⁴ Engenheiro Florestal da RR Agroflorestal S/C Ltda. na área Ambiental.

Tabela 2. Incremento médio anual do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, aos 7 anos de idade, sob efeito das condições edafo-climáticas na região nordeste da Bahia.

	Solo								
	Latosolos e Areias Quartzosas			Podzólicos textura arenosa a média			Podzólicos textura média a argilosa		
	< 1.000 mm	1.000-1.200 mm	> 1.200 mm	< 1.000 mm	1.000-1.200 mm	> 1.200 mm	< 1.000 mm	1000-1.200 mm	> 1.200 mm
	(st.ha ⁻¹ .ano)								
IMA*	24	29	27	27	27	33	25	32	39

* Incremento médio anual de madeira.

Fonte: STAPE et al. (1997).

- Solos muito intemperizados e ricos em sesquióxidos de Fe e Al.
- Baixo teor de nutrientes e baixa reserva mineral.
- Acidez elevada, altos teores de Mn e Al.
- Elevada capacidade de fixação de P.
- Baixa saturação por bases: a saturação de K, Ca e Mg no complexo coloidal fica, em média, em torno de 1 a 1,5%, 3 a 10% e 2 a 5%, respectivamente.
- Elevada permeabilidade e baixa erodibilidade.

O baixo teor de nutrientes disponíveis às plantas e a pequena reserva nutricional dos solos florestais (Tabela 3), aliados ao curto ciclo de corte e elevada exportação de nutrientes pela ma-

deira (Tabela 4), indicam que a sustentabilidade dos povoamentos, a curto ou a longo prazo, estará condicionada ao monitoramento nutricional e à utilização de fertilizantes.

3. ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MUDAS

As mudas de eucalipto podem ser obtidas de duas maneiras: através de sementes ou via propagação vegetativa (estaquia, enxertia, etc.). É recomendável que se saiba a origem das sementes (grau de melhoramento, viabilidade, etc.) para que os futuros plantios estejam de acordo com a finalidade da empresa ou propriedade (por exemplo: uso para celulose, carvão, quebra-vento, postes, mourões, etc.).

Tabela 3. Características químicas de alguns solos florestais na profundidade de 0-20 cm.

Solo	Local	pH		M.O. g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	K ----- mmol _c .dm ⁻³ -----	Ca	Mg	S	CTC	V --- % ---	m	Fonte
		H ₂ O	CaCl ₂										
AQ ¹	Itatinga-SP	-	3,7	12	9	0,5	3	1,5	5,0	37	13	-	SILVEIRA et al. (1995c)
AQ ¹	Lençóis Paulista-SP	-	3,8	14	4	0,4	4	1,0	5,4	34	15	-	SILVEIRA et al. (1999)
AQ ¹	Altinópolis-SP	-	4,0	20	4	0,3	1,5	0,3	2,1	56	3	84	MARTINS et al. (1997)
LR ²	Capão Bonito-SP	-	3,8	38	4	0,3	2	1,0	3,3	101	3	-	SILVEIRA et al. (1998b)
LVE ³	Bocaiúva-MG	4,8	-	21	2	1,2	4	2,0	7,2	22	-	-	PREZOTTI (1985)
LVA ⁴	Itatinga-SP	-	3,4	19	5	0,6	3	2,0	5,6	70	9	-	SILVEIRA et al. (1995c)
LVA ⁴	Itamarandiba-MG	4,2	-	33	1	0,6	0,05	0,01	0,7	-	-	-	GALO (1993)
LA ⁵	Laranjal do Jari-AP	-	3,6	12	3	0,4	2	2,0	4,4	47	11	68	GOMES et al. (1997)
PVA ⁶	Teixeira de Freitas-BA	5,5	-	-	0,6	0,8	0,6	0,6	2,0	36	-	-	ARAÚJO (2000)
Média		4,8	3,7	19,5	4	0,5	2	1,0	4,4	42	10	76	

¹ Areia Quartzosa; ² Latossolo Roxo; ³ Latossolo Vermelho-Escuro; ⁴ Latossolo Vermelho-Amarelo; ⁵ Latossolo Vermelho; ⁶ Podzólico Vermelho-Amarelo.

Tabela 4. Quantidades de macronutrientes e micronutrientes acumuladas e exportadas pela parte aérea de *Eucalyptus grandis* aos 7 anos de idade.

Parte da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Folhas	77	4	32	29	8	7	107	24	818	1.790	57
Ramos	26	2	19	56	8	5	75	57	681	1.869	34
Caule	373	32	270	678	133	125	1.267	820	4.070	15.323	369
Total	476	38	321	763	149	137	1.449	901	5.569	18.892	460

Fonte: BELLOTE (1979).

3.1. JARDIM CLONAL

3.1.1. Sistema

A propagação vegetativa do eucalipto via estaquia sofreu uma rápida evolução nos últimos 10 anos (Tabela 5). Inicialmente, as estacas eram provenientes de jardins clonais com espaçamento entre touças de 3 x 3 m. Com o passar dos anos, a adoção de técnicas silviculturais como fertirrigação, erradicação de plantas invasoras e desrama (deixar ramo “pulmão” – fonte de fotoassimilados para as novas brotações e raízes, até 20-30 dias após a coleta dos brotos) permitiram a redução da área por planta em até 0,25 m² (0,5 x 0,5 m), sendo denominado de macrojardim clonal

(Figura 1A). As estacas produzidas no macrojardim clonal são denominadas de macroestacas (Figura 1B). No início dos anos 90, com o rejuvenescimento proporcionado pela micropropagação, outra concepção de jardim clonal foi desenvolvida, ou seja, o microjardim clonal. Ápices caulinares, denominados de mini/microestacas (Figura 1B), são coletados e colocados para enraizar em condições de casa de vegetação (ASSIS et al., 1992; XAVIER & COMÉRIO, 1996).

Em 1996, um grupo de pesquisadores do IPEF/ESALQ-USP, iniciou estudos com mudas originárias da macropropagação, a mesma técnica da microestaquia, porém, em recipientes maiores e ambiente protegido, utilizando sistema hidropônico fechado.

Tabela 5. Evolução dos jardins clonais para produção de estacas.

Local	Espaçamento de plantio	Idade da 1ª poda	Frequência de coleta (dias)	Tamanho da estaca (cm)	Produtividade (estacas/m ²)	Referência
Campo	3 x 3 m	18 meses	30-40	10-15	11	CAMPINHOS & IKEMORI (1983, 1985)
Campo	1 x 1,5 m	6 meses	40-60		16,6	CARVALHO et al. (1991)
Campo	0,5 x 0,5 m	30-40 dias	40-60	6-8	120-400	*
Viveiro	Tubete (55 cm ³)	30-40 dias	15-20	2 -3	1.400	XAVIER & COMÉRIO (1996)
Viveiro	0,1 x 0,1 m (Sistema hidropônico)	20-30 dias	7-15	2-3	1.000-1.500	*
Estufa	Vaso (8 L)	15 dias	30	2-3	512	HIGASHI et al. (1999)

* Valor médio das empresas florestais.

Fonte: HIGASHI et al. (2000a).

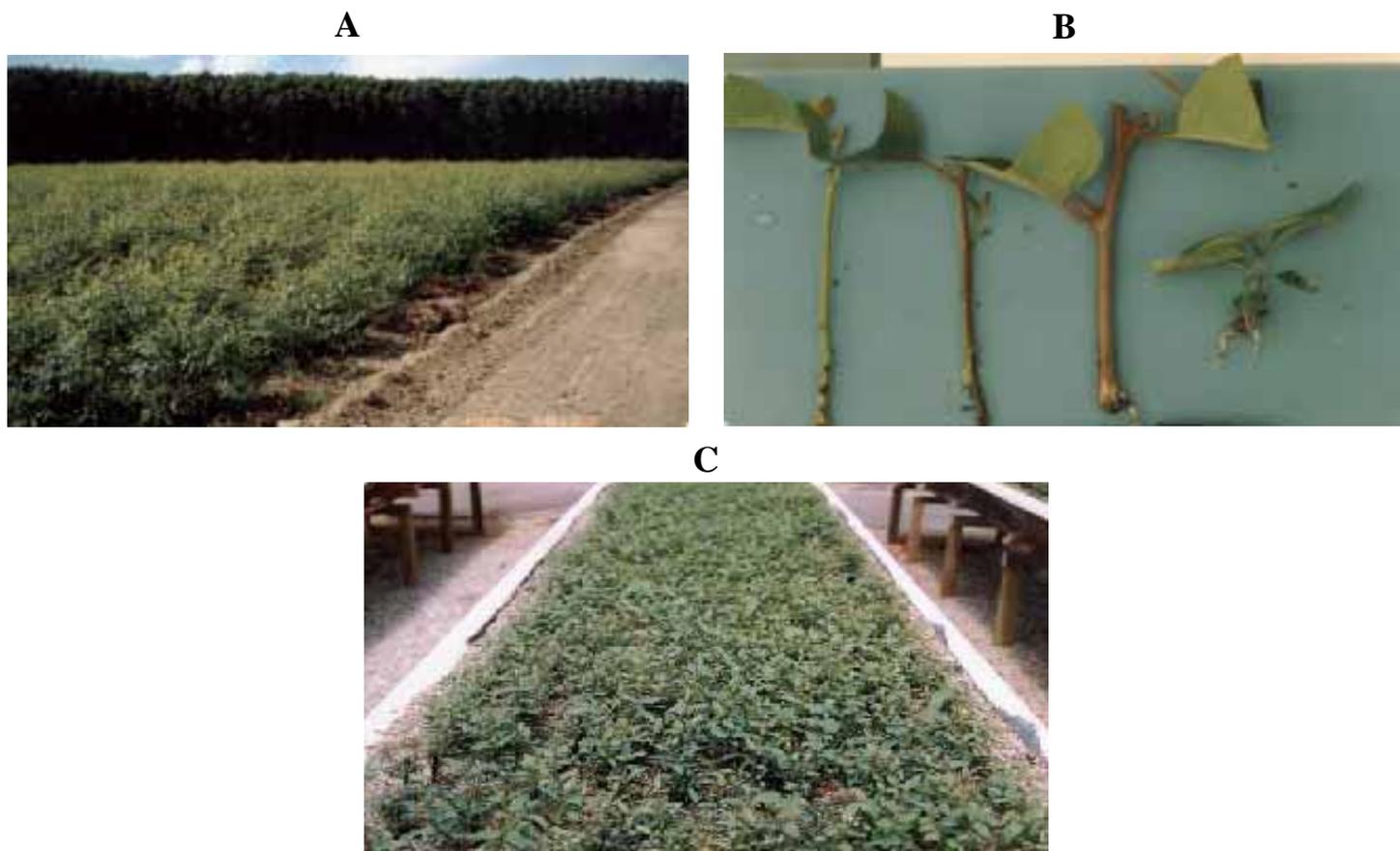


Figura 1. (A) Visão geral do macrojardim clonal adensado com 40.000 plantas.ha⁻¹. (B) Comparação entre macro e microestacas de eucalipto. (C) Minijardim clonal em canaletão de fibro-cimento com substrato areia com 100 plantas/m².

Vários sistemas hidropônicos foram testados: “floating”, calha de fibra de vidro com substrato do tipo resina fenólica, “piscina” de fibra de vidro ou tubos de PVC com substrato do tipo areia grossa ou resina fenólica. Este sistema foi denominado de minijardim clonal (HIGASHI et al., 2000a). Atualmente, o sistema mais utilizado é o de canaletão de fibro-cimento com substrato areia ou cascalho (Figura 1C).

3.1.2. Extração de nutrientes

Na Tabela 6 são apresentadas as quantidades de nutrientes contidas nas brotações por m² de macro e minijardim clonal de *Eucalyptus*. O minijardim clonal em areia e irrigado com solução nutritiva apresenta maior extração de nutrientes por área em relação ao macrojardim clonal, cultivado em solo.

3.1.3. Problemas nutricionais mais comuns: deficiências e excessos

Os problemas normalmente observados em minijardim são referentes à toxicidade e não às deficiências nutricionais. A toxicidade de manganês tem sido observada com certa frequência na produção de estacas. A concentração deste micronutriente nas folhas chega a ultrapassar 1.000 mg.kg⁻¹.

Outra toxicidade muito comum é a de boro. A causa mais frequente tem sido o descuido no preparo da solução nutritiva por técnicos não especializados que acabam errando na pesagem do ácido bórico. Em casos mais graves, pode ocorrer a mortalidade das minitouças, sendo que a concentração de B nas folhas atinge valores na faixa de 500 a 800 mg.kg⁻¹ (Figura 2).

Na condição de minijardim clonal têm aparecido sintomas de clorose internerval similares aos de deficiência de ferro e manganês. No entanto, nos resultados da análise foliar, as concentrações de Fe e Mn encontram-se adequadas. Normalmente, esses sintomas ocorrem em plantas pulverizadas intensamente com fungicidas (princípio ativo: Metalaxyl e Mancozeb, os quais contêm Mn e Zn) e inseticidas (grupo dos piretróides sintéticos) (Figura 3).

Tabela 6. Quantidades de nutrientes contidas nas brotações de macro e minijardim clonal por m², em função da idade.

Nutrientes	Minijardim clonal				Macrojardim clonal							
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>				<i>E. saligna</i>				<i>E. grandis</i>			
	Idade (dias)											
	7	14	21	28	20	34	48	62	20	34	48	62
Macronutrientes												
g.m ⁻²												
Matéria seca	32,8	84,0	176,5	310,1	6,1	26,1	72,8	146,0	21,6	113,3	205,0	296,6
N	1,33	3,58	5,95	9,10	0,22	0,79	2,00	3,88	0,95	3,22	5,49	7,76
P	0,13	0,35	0,55	0,85	0,02	0,05	0,11	0,19	0,08	0,09	0,20	0,40
K	0,77	1,76	3,00	4,86	0,14	0,53	1,30	2,47	0,50	1,87	3,24	4,61
Ca	0,06	0,38	1,09	1,11	0,06	0,26	0,80	1,68	0,35	0,98	2,26	4,21
Mg	0,09	0,23	0,37	0,62	0,02	0,08	0,20	0,39	0,12	0,39	0,67	0,95
S	0,06	0,22	0,33	0,56	0,02	0,06	0,13	0,25	0,08	0,12	0,25	0,46
Micronutrientes												
mg.m ⁻²												
B	2,58	10,50	16,50	18,80	-	-	-	1,44	-	-	-	-
Cu	0,63	1,47	2,26	2,78	0,08	0,26	0,72	1,50	-	-	-	-
Fe	3,09	10,70	19,60	32,00	0,33	1,80	5,20	10,60	-	-	-	-
Mn	12,00	31,70	46,70	76,00	9,60	29,30	104,7	236	-	-	-	-
Zn	1,81	4,49	6,66	9,58	0,55	1,20	5,79	14,33	-	-	-	-

Fontes: SILVEIRA et al. (1995a,b); HIGASHI et al. (2000a).



Figura 2. Sintomas de toxicidade de boro em minitouceiras, em minijardim clonal hidropônico.



Figura 3. Sintoma associado à intensa aplicação de fungicida (A) ou inseticida (B).

A deficiência de cálcio é a mais freqüente em minijardim clonal, principalmente em situações em que as doses de N e o fornecimento de água são elevados. O principal sintoma é a podridão da base da miniestaca na fase de enraizamento, sob condições de casa de vegetação. A concentração de Ca nos ápices caulinares, nesta situação, não atinge 4 g.kg^{-1} . A recomendação é a pulverização foliar de cloreto de cálcio juntamente com a diminuição das doses de N e da quantidade de água (Figura 4A-B).

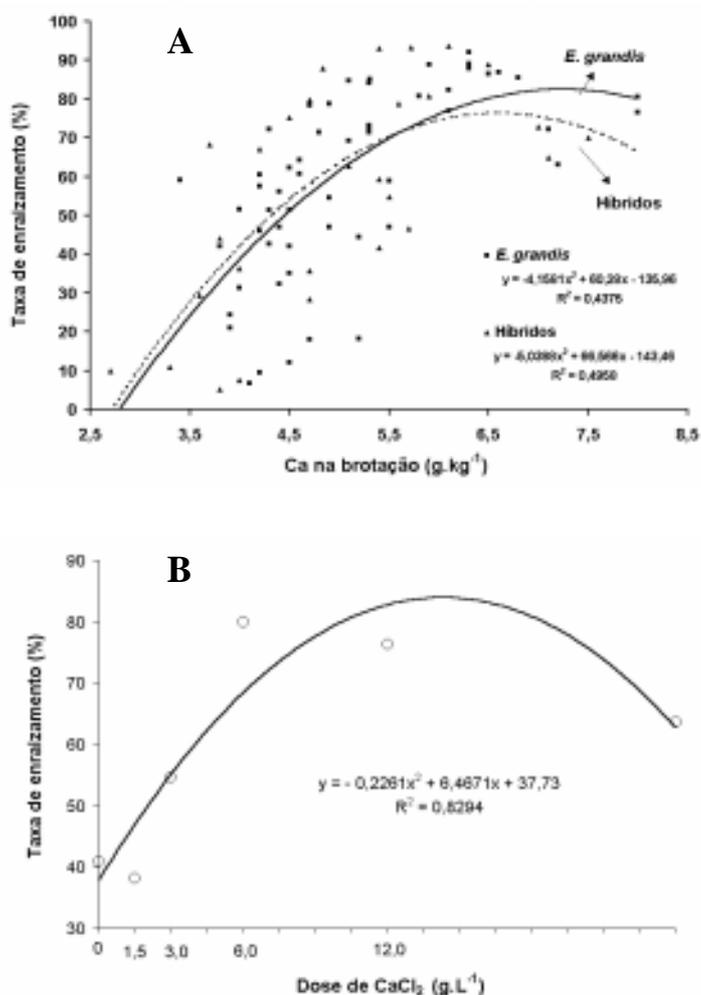


Figura 4. (A) Taxa de enraizamento das miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* e híbridos em função da concentração de Ca na brotação; (B) Taxa de enraizamento do clone 40003 em relação às doses de cloreto de cálcio (HIGASHI et al., 2000b; FIRME et al., 2000).

3.1.4. Diagnose foliar

Os teores de macro e micronutrientes considerados adequados e deficientes para a produção de miniestacas são apresentados na Tabela 7 (HIGASHI et al., 2000a).

Tabela 7. Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima e abaixo dos adequados e deficientes para brotações de *Eucalyptus*, com idade entre 7 e 14 dias, em condição de mini/microjardim clonal.

Nutriente	Alto	Adequado	Baixo	Deficiente
Macronutriente				
----- g.kg^{-1} -----				
N	> 40	28-40	20-28	< 20
P	> 4	2,5-4	1,5-4	< 1,5
K	> 30	15-30	10-15	< 10
Ca	> 7	5-7	3-5	< 3
Mg	> 4	2-3	1-2	< 1
S	> 2,5	2-2,5	1,3-2	< 1,3
Micronutriente				
----- mg.kg^{-1} -----				
B	> 70	35-70	20-35	< 20
Cu	> 15	8-15	5-8	< 5
Fe	> 220	101-220	75-100	< 75
Mn	> 700	250-500	150-250	< 150
Zn	> 80	30-60	20-30	< 20

Fonte: HIGASHI et al. (2000a).

3.1.5. Fertirrigação

Com base em vários ensaios, HIGASHI et al. (2000a) definiram as faixas adequadas de macro e micronutrientes na solução nutritiva de mini/microjardim clonal de *Eucalyptus* (Tabela 8). A aplicação da solução nutritiva deve ser através de gotejamento.

As doses utilizadas na solução nutritiva devem ser corrigidas conforme a exigência nutricional de cada clone e da época do ano através do monitoramento nutricional, procurando correlacionar o teor foliar com a produtividade e o enraizamento das miniestacas.

Tabela 8. Doses médias de macro e micronutrientes utilizadas na solução nutritiva em condição de mini/microjardim clonal de *Eucalyptus*.

Nutrientes	Doses (mg.L ⁻¹)
N	100-200
P	15-30
K	100-200
Ca	100-200
Mg	25-50
S	35-65
B	0,3-0,6
Cu	0,03-0,06
Fe	3-7
Mn	0,3-0,8
Mo	0,01-0,02
Zn	0,05-0,1
Si*	40-80

* O uso do Si pode diminuir a infestação de doenças (CHÉRIF & BÉLANGER, 1992; BÉLANGER et al., 1995; VITTI et al., 1997; EPSTEIN, 1999).

3.2. VIVEIRO

3.2.1. Sistema de produção de mudas

O sistema mais utilizado para a produção de mudas de *Eucalyptus* é o de recipiente plástico (Figura 5A). As mudas são produzidas em tubetes de polipropileno de 50 cm³ contendo substrato orgânico. Estes substratos são compostos de vermiculita, casca de arroz carbonizada, casca de *Eucalyptus* ou *Pinus* decomposta, húmus de minhoca ou cinza de caldeira. Uma das composições mais utilizadas na produção de mudas de *Eucalyptus* é: 50% de casca de *Eucalyptus* ou de *Pinus* decomposta + 30% de casca de arroz carbonizada + 20% de vermiculita.

Na Tabela 9 é apresentada uma escala para interpretação das características físicas e químicas de substrato usado na produção de mudas.

A Figura 5B mostra o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em função da relação C/N da casca de *Pinus*. O substrato utilizado foi composto de 60% de casca de *Pinus*, 30% de casca de arroz carbonizada e 10% de vermiculita.

3.2.2. Extração de nutrientes na fase de viveiro

A quantidade de matéria seca e o conteúdo de macronutrientes nas partes da muda de *Eucalyptus* são apresentados na Tabela 10. Notam-se variações nas quantidades dos nutrientes em função da idade da muda e das condições de manejo. As mudas de *E. grandis* Bofete foram rustificadas¹ para o plantio no campo, com isso apresentaram menor quantidade de N em relação às quantidades de K e Ca. As mudas de outros materiais genéticos que não passaram pelo processo de rustificação apresentaram conteúdo de N maior ou igual aos de K e Ca.

A rustificação tem como objetivo aumentar a resistência das mudas às condições adversas de plantio. Para que se consiga isto, a muda deve receber fertirrigações com baixa relação N/K, na faixa de 1/3 a 1/5, no final do ciclo de produção (75-95 dias) ou quando as mudas atingirem uma altura média de 20-25 cm.

As quantidades de micronutrientes, Al e Na contidas em mudas de *Eucalyptus grandis* encontram-se na Tabela 11.

¹ Rustificação é o processo pelo qual a muda passa antes de ser plantada no campo. Nesta fase, ocorre redução ou corte das adubações, principalmente nitrogenada, juntamente com o aumento do intervalo de irrigação. O objetivo é engrossamento do caule e o aumento da resistência da muda ao estresse do plantio.

Tabela 9. Escala de valores para interpretação de características físicas e químicas de substratos¹ usados para produção de mudas florestais no sistema de tubetes.

Característica	Nível		
	Baixo	Médio	Adequado
Densidade global (g.cm ⁻³)	< 0,25	0,25-0,50	0,45-0,55
Porosidade total (%)	< 55	55-75	75-85
Macroporosidade	< 20	20-40	35-45
Microporosidade	< 25	25-50	45-55
Capacidade máxima de retenção de água (mL/50 cm ³)	< 15	15-25	20-30
Relação C total/N total ⁽²⁾	8 a 12/1	12 a 18/1	8 a 12/1
pH em CaCl ₂ 0,01 M ⁽²⁾	< 5,0	5,0-6,0	5,5-6,5
P resina (mg.dm ⁻³) ⁽²⁾	< 200	200-400	400-800
K trocável (mmol _c .dm ⁻³) ⁽²⁾	< 15	15-30	30-100
Ca trocável (mmol _c .dm ⁻³) ⁽²⁾	< 100	100-150	100-200
Mg total (mmol _c .dm ⁻³) ⁽²⁾	< 50	50-100	50-100
CTC efetiva (mmol _c .dm ⁻³) ⁽²⁾	< 100	100-200	> 200

⁽¹⁾ Substratos constituídos basicamente de compostos orgânicos, com ou sem outros componentes.

⁽²⁾ Determinado segundo metodologia apresentada por RAIJ (1987).

Fonte: GONÇALVES & POGGIANI (1996).

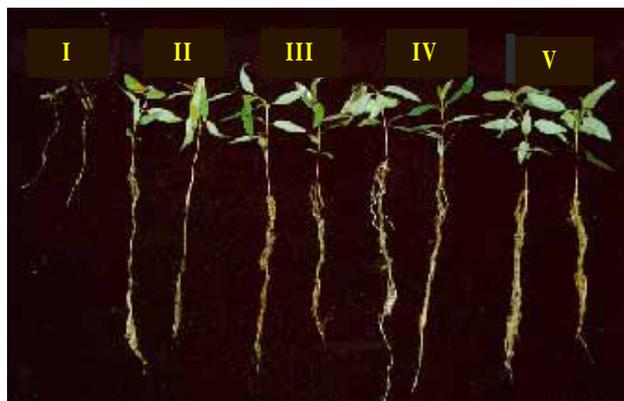
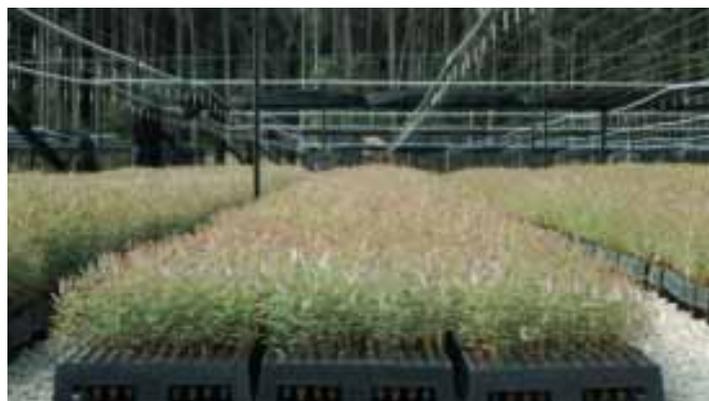


Figura 5. (A) Visão geral de um viveiro de produção de mudas de *Eucalyptus*; (B) Vista geral das mudas de *Eucalyptus grandis* em função da relação C/N do substrato. I: 0 kg de uréia.m⁻³ de casca de *Pinus* (C/N = 66,6); II: 4,35 kg de uréia.m⁻³ de casca de *Pinus* (C/N = 33,6); III: 6,5 kg de uréia.m⁻³ de casca de *Pinus* (C/N = 12,5); IV: 13 kg de uréia.m⁻³ de casca de *Pinus* (C/N = 12); V: 26 kg de uréia.m⁻³ de casca de *Pinus* (C/N = 10). Fonte: BOUCHARDET et al. (1999).

Tabela 10. Quantidades de matéria seca e macronutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis* na fase de viveiro.

Parâmetros	Material genético	Idade (dias)	Referências*	Partes da planta			
				Folhas	Caule + Ramos	Raízes	Total
----- mg.muda ⁻¹ -----							
Matéria seca	Semente (Progênie 1)	110	1	726 (37)**	795 (41)	442 (22)	1.963
	Semente (Progênie 2)	110	1	507 (41)	454 (37)	279 (22)	1.240
	Semente Bofete	97	2	589 (47)	410 (33)	245 (20)	1.244
	Semente Capão Bonito	79	3	580 (60)	209 (22)	175 (18)	964
	Clone A7	90	4	310 (36)	437 (51)	115 (13)	862
	Clone D19	90	4	312 (36)	407 (47)	145 (17)	865
N	Semente (Progênie 1)	110	1	9,2 (59)	2,7 (17)	3,8 (24)	15,7
	Semente (Progênie 2)	110	1	8,6 (66)	2,1 (16)	2,3 (18)	13,0
	Semente Bofete	97	2	5,1 (65)	1,5 (19)	1,3 (16)	7,9
	Semente Capão Bonito	79	3	11,9 (65)	3,4 (18)	3,1 (17)	18,4
	Clone A7	90	4	6,0 (65)	2,2 (24)	1,0 (11)	9,2
	Clone D19	90	4	6,5 (59)	2,9 (26)	1,7 (15)	11,1
P	Semente (Progênie 1)	110	1	1,3 (28)	2,6 (57)	0,7 (15)	4,6
	Semente (Progênie 2)	110	1	0,9 (29)	1,7 (55)	0,5 (16)	3,1
	Semente Bofete	97	2	0,9 (29)	1,3 (42)	0,9 (29)	3,1
	Semente Capão Bonito	79	3	1,2 (48)	0,6 (24)	0,7 (28)	2,5
	Clone A7	90	4	0,6 (46)	0,6 (46)	0,1 (8)	1,3
	Clone D19	90	4	0,8 (53)	0,6 (40)	0,1 (7)	1,5
K	Semente (Progênie 1)	110	1	6,6 (42)	6,9 (44)	2,2 (14)	15,7
	Semente (Progênie 2)	110	1	5,3 (46)	4,8 (42)	1,4 (12)	11,5
	Semente Bofete	97	2	7,0 (47)	5,1 (34)	2,9 (19)	15,0
	Semente Capão Bonito	79	3	3,5 (56)	1,6 (25)	1,2 (19)	6,3
	Clone A7	90	4	3,4 (45)	2,9 (39)	1,2 (16)	7,5
	Clone D19	90	4	4,1 (42)	4,1 (42)	1,6 (16)	9,8
Ca	Semente (Progênie 1)	110	1	3,2 (44)	2,3 (32)	1,7 (24)	7,2
	Semente (Progênie 2)	110	1	2,5 (48)	1,6 (31)	1,1 (21)	5,2
	Semente Bofete	97	2	5,2 (42)	4,7 (38)	2,4 (20)	12,3
	Semente Capão Bonito	79	3	1,8 (49)	1,1 (30)	0,8 (21)	3,7
	Clone A7	90	4	2,1 (50)	1,7 (40)	0,4 (10)	4,2
	Clone D19	90	4	2,1 (45)	2,1 (45)	0,5 (10)	4,7
Mg	Semente - Progênie 1	110	1	3,3 (49)	0,7 (10)	2,8 (41)	6,8
	Semente - Progênie 2	110	1	2,6 (41)	0,7 (11)	3,0 (48)	6,3
	Semente Bofete	97	2	1,5 (48)	0,3 (10)	1,3 (42)	3,1
	Semente - Capão Bonito	79	3	1,2 (54)	0,3 (14)	0,7 (32)	2,2
	Clone A7	90	4	2,1 (60)	0,7 (20)	0,7 (20)	3,5
	Clone D19	90	4	2,0 (38)	1,0 (19)	2,3 (43)	5,3
S	Semente (Progênie 1)	110	1	1,0 (42)	0,6 (25)	0,8 (33)	2,4
	Semente (Progênie 2)	110	1	0,9 (47)	0,4 (21)	0,6 (32)	1,9
	Semente Bofete	97	2	0,6 (33)	0,3 (17)	0,9 (50)	1,8
	Semente Capão Bonito	79	3	0,91 (64)	0,16 (11)	0,35 (25)	1,42
	Clone A7	90	4	0,44 (66)	0,11 (17)	0,11 (17)	0,66
	Clone D19	90	4	0,44 (60)	0,15 (21)	0,14 (19)	0,73

* 1 = SILVEIRA (2000); 2 = SILVEIRA et al. (2000c, dados não publicados); 3 = HIGASHI et al. (1998), 4 = CAMARGO (1997).

** Valores entre parênteses são percentuais em relação ao total.

Tabela 11. Quantidades de micronutrientes, alumínio e sódio em mudas de *Eucalyptus grandis* na fase de viveiro.

Parâmetros	Material genético	Idade (dias)	Referências*	Partes da planta			Total
				Folhas	Caule + Ramos	Raízes	
----- µg.muda ⁻¹ -----							
B	Semente (Progênie 1)	110	1	22,7 (35)**	22,2 (34)	20,0 (31)	64,9
	Semente (Progênie 2)	110	1	23,5 (45)	14,9 (28)	14,5 (27)	52,9
	Semente Bofete	97	2	11,0 (42)	7,0 (27)	8,0(31)	26,0
	Semente Capão Bonito	79	3	8,5 (51)	5,4 (33)	2,7 (16)	16,6
Cu	Semente (Progênie 1)	110	1	2,9 (26)	2,4 (22)	5,7 (52)	11,0
	Semente (Progênie 2)	110	1	1,8 (22)	1,8 (22)	4,6 (56)	8,2
	Semente Bofete	97	2	5,0 (12)	4,0 (9)	33,0 (79)	42,0
	Semente Capão Bonito	79	3	2,6 (22)	3,1 (26)	6,1 (52)	11,8
Fe	Semente (Progênie 1)	110	1	321 (15)	156 (8)	1603 (77)	2.080
	Semente (Progênie 2)	110	1	309 (17)	103 (6)	1427 (77)	1839
	Semente Bofete	97	2	55 (14)	58 (14)	292 (72)	405
	Semente Capão Bonito	79	3	79 (23)	45 (13)	223 (64)	347
Mn	Semente (Progênie 1)	110	1	213 (55)	82 (21)	90 (24)	385
	Semente (Progênie 2)	110	1	177 (56)	51 (16)	89 (28)	317
	Semente Bofete	97	2	336 (53)	122 (19)	178 (28)	636
	Semente Capão Bonito	79	3	18 (47)	9 (24)	11 (29)	38
Mo	Semente - Capão Bonito	79	3	0,34 (24)	0,28 (19)	0,82 (57)	1,44
Zn	Semente (Progênie 1)	110	1	21 (17)	22 (18)	80 (65)	123
	Semente (Progênie 2)	110	1	14 (15)	12 (13)	68 (72)	94
	Semente Bofete	97	2	15 (22)	10 (15)	43 (63)	68
	Semente Capão Bonito	79	3	13 (12)	16 (15)	81 (73)	110
Al	Semente Capão Bonito	79	3	225 (21)	211 (20)	633 (59)	1.069
Na	Semente Capão Bonito	79	3	127 (34)	80 (21)	167 (45)	374

* 1 = SILVEIRA (2000); 2 = SILVEIRA et al. (2000c, dados não publicados); 3 = HIGASHI et al. (1998).

** Valores entre parênteses são percentuais em relação ao total.

3.2.3. Problemas nutricionais mais comuns nos viveiros: deficiências e excessos

A ocorrência de deficiências nutricionais em mudas de eucalipto na fase de viveiro, como no minijardim clonal, também é rara. Os principais problemas são referentes à toxicidade e a desequilíbrios nutricionais. As toxicidades nutricionais mais comuns são as de boro e de manganês.

3.2.4. Diagnose foliar na fase de viveiro

A diagnose foliar na fase de viveiro deve levar em consideração o estágio de desenvolvimento das mudas, uma vez que a concentração dos nutrientes nas folhas diminui com a idade das mudas. A relação N/K adequada na fase inicial de crescimento está na faixa de 1,4 a 2,0, enquanto na fase de rustificação está entre 0,6 e 1,0. A interpretação dos resultados deve ser feita com o auxílio da Tabela 12.

Tabela 12. Teores de macro e micronutrientes considerados adequados nas folhas de *Eucalyptus grandis* em função da idade da muda.

Nutrientes	Idade (dias)			
	30-45	45-60	60-80	80-100
----- Macronutrientes (g.kg ⁻¹) -----				
N	35-40	30-35	20-30	13-15
P	3,5-4,0	3,0-3,5	2,5-3,0	1,5-2,0
K	20-25	18-20	15-20	15-20
Ca	8-10	8-10	8-12	8-12
Mg	4,0-4,5	3,5-4,0	3,5-4,0	3,0-3,5
S	2,5-3,0	2,0-2,5	2,0-2,5	1,3-1,5
----- Micronutrientes (mg.kg ⁻¹) -----				
B	40-60	40-60	30-50	30-40
Cu	15-20	15-20	10-15	10-15
Fe	130-150	130-150	100-130	80-130
Mn	300-500	300-500	300-500	300-500
Zn	50-70	40-60	40-60	30-40
Nutrientes em relação à matéria seca (%)	5 a 7	4 a 6	3 a 4	3-3,5

3.2.5. Adubação das mudas de viveiro

3.2.5.1. Adubação do substrato (base)

A adubação de base deve ser realizada quando se produz o próprio substrato, em razão de quase sempre os níveis dos nutrientes presentes nos componentes estarem abaixo do adequado. No entanto, quando se opta pela compra de substratos comerciais, não existe necessidade de correção dos níveis destes nutrientes. Neste caso, pode-se fazer apenas uma suplementação com adubos de liberação lenta (Figura 6). A dose adequada, por m³, está na faixa de 1,5 a 3,0 kg de Osmocote 19-06-10, dependendo do substrato utilizado.

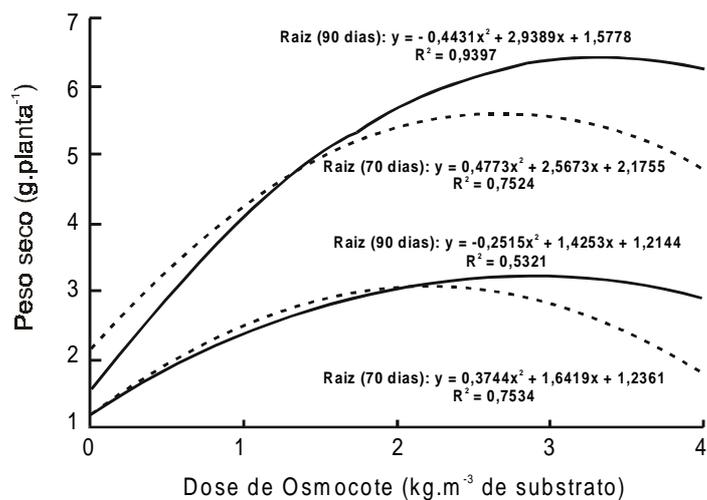


Figura 6. Relação entre quantidade de Osmocote® (19-06-10) adicionada ao substrato e produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de mudas de um clone de *Eucalytus urophylla*, aos 70 e 90 dias após o plantio. (SGARBI et al., 1999b).

A adubação de base tem como objetivo corrigir os níveis de nutrientes, principalmente de fósforo e micronutrientes. Os adubos são misturados aos componentes do substrato em betoneira.

Se o substrato apresentar pH entre 5,5 e 6,5, as fontes de fósforo mais recomendadas são superfosfato triplo ou superfosfato simples. Porém, em condições de elevada acidez (pH < 5,0) a fonte aplicada deve ser o termofosfato magnesiano, que tem como características fornecer P, Ca, Mg e corrigir a acidez do substrato. Outra alternativa seria corrigir o pH do substrato com a aplicação de calcário dolomítico e depois utilizar, como fonte de P, os superfosfatos. As doses utilizadas em 1 m³ de substrato devem estar na faixa de 300 a 500 g de P₂O₅, que equivalem a 1.100 a 2.800 g de superfosfato simples ou 1.250 a 3.100 g de termofosfato magnesiano. Em relação à aplicação de micronutrientes, sugere-se o uso de fontes de menor solubilidade, como os óxidos. Os adubos mais utilizados são as “fritas”. As doses (g.m⁻³) estão na faixa de 3 a 6 de B, 1 a 2 de Cu, 15 a 40 de Fe, 15 a 40 de Mn e 15 a 25 de Zn. Essas quantidades equivalem à aplicação de 150 a 300 g de FTE-BR12.m⁻³ de substrato (GONÇALVES et al., 1995).

3.2.5.2. Adubação de cobertura (fertirrigação)

A adubação de cobertura através da fertirrigação inicia-se 30 a 40 dias após a semeadura ou plantio das estacas, e visa prin-

cipalmente o fornecimento de N, K e B. Os adubos devem ser de alta solubilidade, podendo ser fornecidos através de sais simples (nitrato de potássio, nitrato de cálcio, etc.) ou de fórmulas existentes no mercado. O inconveniente no uso de fórmulas é que nem sempre elas suprem as necessidades nutricionais da muda, necessitando de suplementações com adubos simples. No entanto, umas das vantagens do seu uso é a facilidade de manuseio (menor número de produtos aplicados, menor ocorrência de erro na pesagem, no controle de estoque, etc.).

A quantidade de nutriente aplicada varia em função da espécie, da época do ano e do tipo de substrato. Na Tabela 13 é apresentada uma sugestão de concentrações dos macro e micronutrientes a serem utilizadas em fertirrigações diárias, na época de verão. Sugere-se que as doses utilizadas durante o inverno sejam 15 a 20% maiores que as usadas no verão. As fertirrigações devem ser realizadas uma vez ao dia, na última irrigação.

Tabela 13. Concentração dos nutrientes nas adubações de cobertura (fertirrigação) para os diferentes estádios de desenvolvimento das mudas, na época de verão.

Nutrientes	Adubações de cobertura		
	30 a 45 dias	45 a 70 dias	70 a 90 dias
	----- mg.L ⁻¹ -----		
N	240	260	0-40*
P	50	70	100
K	160	180	220
Ca	150	170	180
Mg	40	40	40
S	50	50	50
B	0,4	0,4	0,4
Cu	0,07	0,07	0,07
Fe	3,0	3,0	3,0
Mn	1,0	1,0	1,0
Mo	0,02	0,02	0,02
Zn	0,25	0,25	0,25

* Dependendo da necessidade de rustificação.

4. FASE DE FLORESTA (POVOAMENTO)

4.1. EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

Vários trabalhos mostram o conteúdo de macronutrientes nas diferentes partes da planta, em várias espécies de *Eucalyptus* (Tabela 14). Nota-se uma grande variação do conteúdo em função da espécie, idade, fertilidade do solo, produtividade e local. A quantidade total de nutrientes acumulada na parte aérea obedece a seguinte ordem de grandeza: N > Ca ≥ K > S ≥ Mg > P.

Em relação à exportação, nota-se que o cálcio é o nutriente mais beneficiado com o descascamento da madeira no campo, uma vez que 50% ou mais do Ca total está alocado na casca. Considerando-se somente a madeira, a porcentagem de nutrientes exportada em relação ao total pode variar de: 23 a 46% para N, 23 a 53% para P, 27 a 43% para K, 11 a 26% para Ca e 25 a 30% para Mg.

Um dentre os poucos trabalhos sobre o conteúdo de micronutrientes em *Eucalyptus* foi realizado por BELLOTE (1979). O manganês foi o micronutriente mais extraído e exportado, seguido por Fe, B, Cu e Zn (Tabela 14).

Tabela 14. Produtividade de florestas e o conteúdo de macronutrientes.

Espécie	Idade (anos)	Local	Produtividade		Partes da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Ref. ²
			MST ¹	Volume								
			(t.ha ⁻¹)	(m ³ .ha ⁻¹)	----- kg.ha ⁻¹ -----							
<i>E. grandis</i>	6,1	Bom Despacho MG	185	-	Folhas	99 (31)*	5,6 (23)	35 (18)	16 (11)	12 (28)	-	1
					Ramos	39 (12)	3,8 (16)	38 (20)	19 (13)	5 (12)	-	
					Casca	37 (11)	8,4 (34)	66 (35)	87 (58)	15 (35)	-	
					Madeira	147 (46)	6,6 (27)	51 (27)	28 (19)	11 (25)	-	
					Total	322	24,4	190	150	43	-	
<i>E. grandis</i>	5,6	Carbonita MG	134	-	Folhas	46 (41)	2,3 (38)	7 (22)	5 (14)	3 (30)	-	1
					Ramos	15 (14)	1,1 (18)	4 (13)	3 (9)	1 (10)	-	
					Casca	16 (15)	1,3 (21)	10 (31)	18 (51)	3 (30)	-	
					Madeira	33 (30)	1,4 (23)	11 (34)	9 (26)	3 (30)	-	
					Total	110	6,1	32	35	10	-	
<i>E. grandis</i>	6,0	Mogi Guaçu SP	249	-	Folhas	88 (19)	4,4 (15)	28 (11)	32 (6)	7 (16)	11 (7)	2
					Ramos	39 (8)	2,2 (7)	23 (9)	85 (16)	13 (10)	11 (7)	
					Casca+madeira	345 (73)	23,5 (78)	194 (79)	401 (77)	105 (84)	138 (86)	
					Total	472	30,1	245	518	125	160	
<i>E. saligna</i>	9,0	Curvelo MG	170	289	Folhas	184 (48)	15 (27)	28 (20)	91 (25)	47 (31)	-	3
					Ramos	50 (13)	5 (9)	23 (16)	86 (24)	29 (19)	-	
					Casca	60 (16)	13 (23)	29 (21)	143 (40)	32 (21)	-	
					Madeira	88 (23)	23 (41)	61 (43)	40 (11)	44 (20)	-	
					Total	382	56	141	360	152	-	
<i>E. citriodora</i>	9,0	Curvelo MG	177	195	Folhas	130 (40)	20 (30)	141 (42)	60 (20)	39 (27)	-	3
					Ramos	25 (8)	5 (7)	25 (8)	22 (7)	13 (9)	-	
					Casca	52 (16)	7 (10)	78 (23)	144 (48)	54 (38)	-	
					Madeira	118 (36)	36 (53)	91 (27)	73 (25)	37 (26)	-	
					Total	325	68	335	299	143	-	

¹ Matéria seca total.

² 1 = REIS et al. (1987); 2 = BELOTTE (1979); 3 = PEREIRA et al. (1984).

* Valores entre parênteses são percentuais em relação ao total.

4.2. DIAGNOSE VISUAL NA FASE DE FLORESTA

A falta ou excesso de um ou mais nutrientes na planta provoca anormalidades visíveis (clorose, morte dos tecidos e redução de crescimento) denominadas de sintomas visuais, sendo características para cada nutriente. Quando ocorre a manifestação visual desses sintomas, o crescimento e a produção já foram comprometidos.

Para realizar o diagnóstico da deficiência ou toxicidade é importante, antes, observar os seguintes aspectos, de modo a não confundir as prováveis causas do sintoma visual:

a) Ocorrência de pragas e/ou moléstias - Pragas e moléstias podem provocar sintomas semelhantes aos sintomas de deficiência nutricional. Por exemplo: determinados fungos podem bloquear vasos condutores da planta resultando em seca de ponteiro, sintoma este semelhante ao da deficiência de boro.

b) Deriva de herbicida - A deriva de herbicida (por exemplo, do glifosato) pode provocar anomalias nas plantas, cujos sintomas são semelhantes aos das deficiências de boro, ferro e zinco (superbrotação das gemas laterais e folhas lanceoladas). O sintoma da fitotoxicidade por glifosato é a clorose das folhas novas, que se inicia na base do limbo, estendendo-se em direção ao ápice, podendo acarretar a morte do ponteiro.

c) Distribuição dos sintomas de anormalidade dentro da área - Quando se trata de sintomas de deficiência ou toxicidade nutricionais, estes distribuem-se nos talhões ou glebas abrangendo grandes áreas e raramente aparecem em pequenas áreas.

d) Gradiente do sintoma - Os sintomas de deficiência nutricional apresentam gradientes em função dos diferentes níveis de mobilidade dos elementos na planta. Para os nutrientes de alta retranslocação, ou móveis (N, P, K e Mg), os sintomas são mais intensos nas folhas mais velhas; para os nutrientes de baixa retranslocação, ou pouco móveis (S, Cu, Fe, Mn e Zn), os sintomas são mais intensos nas folhas novas e extremidades de crescimento (raiz, ápice); e para os nutrientes considerados imóveis (Ca e B), os sintomas ocorrem nas folhas novas, nas gemas apicais e nas extremidades de crescimento.

e) Simetria do sintoma - Os sintomas de deficiência nutricional ocorrem de maneira simétrica, ou seja, nas folhas de ambos os lados dos ramos. Caso contrário, as anormalidades observadas podem ser devidas a outros fatores, como, por exemplo, ataque de pragas e/ou doenças (Figura 7).

SILVEIRA et al. (1995c) realizaram um levantamento sobre a ocorrência de deficiências nutricionais em florestas plantadas com *Eucalyptus* de 22 empresas florestadoras. Concluíram que as deficiências de K, P e B foram as mais frequentes (Figura 8).



Figura 7. Gradiente e simetria dos sintomas visuais de deficiência nutricional em *Eucalyptus*.

Para auxiliar na identificação dos sintomas de deficiências em eucalipto elaborou-se a chave de identificação que segue abaixo.

Na Tabela 15 são descritos os sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em árvores de *Eucalyptus*.

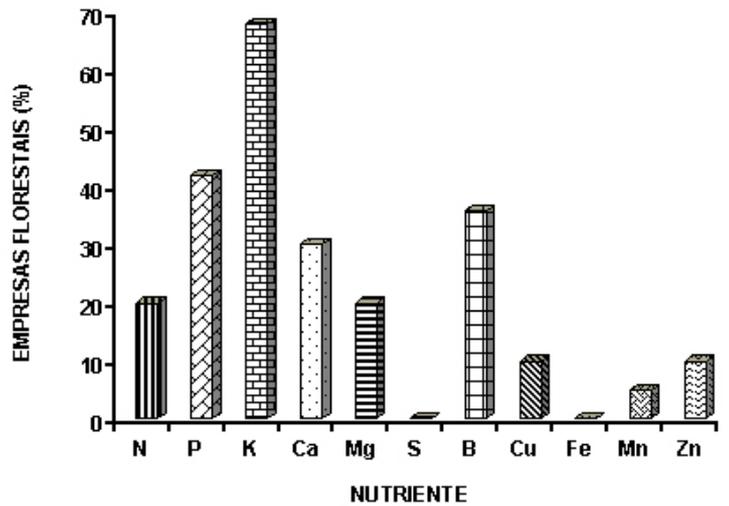


Figura 8. Frequência de sintomas de deficiência nutricional em eucaliptos, para diferentes elementos, nas 22 empresas florestadoras consultadas.

A Tabela 16 mostra a ocorrência de deficiências nutricionais em povoamentos de eucalipto no Brasil.

As Figuras 9 a 18 mostram os sintomas de deficiência de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Fe, Mn e Zn).

CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO DOS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS

A. Os sintomas surgem inicialmente ou são mais severos nas folhas mais velhas

A.1. Clorose

- A.1.1. Seguida de avermelhamento uniforme do limbo foliar no estágio mais avançado N
- A.1.2. Marginal seguida de avermelhamento e necrose das margens da folha K
- A.1.3. Internerval e aparecimento de pontos necróticos no estágio mais avançado Mg

A.2. Coloração verde-azulada

- A.2.1. Seguida de coloração roxa e manchas necróticas em todo o limbo foliar P

B. Os sintomas surgem inicialmente nos órgãos mais novos

B.1. Clorose das folhas novas

- B.1.1. Internerval, ficando somente as nervuras com coloração verde-escura Fe
- B.1.2. Internerval, permanecendo as nervuras e tecidos adjacentes com coloração verde-escura Mn
- B.1.3. Generalizada em toda a lâmina foliar e avermelhamento no estágio mais avançado S

B.2. Deformação das folhas novas

- B.2.1. Sem morte das gemas apicais e ponteiros, folhas pequenas e lanceoladas e internódios curtos Zn
- B.2.2. Morte das gemas apicais, brotação das gemas laterais e formação de protuberância na base das gemas laterais
 - B.2.2.1. Sem clorose nas folhas Cu
 - B.2.2.2. Com clorose e presença de nervuras salientes nas folhas, e seca ou quebra de ponteiro no estágio avançado B
- B.2.3. Sem formação de protuberâncias na base das gemas laterais e sem morte dos ramos laterais Ca

Tabela 15. Sintomas visuais de deficiências dos macronutrientes e micronutrientes em *Eucalyptus*.

Nutrientes	Características dos sintomas visuais
Macronutrientes	
N	Inicialmente as folhas velhas apresentam coloração verde clara, que vão ficando amarelcidas e com pequenos pontos avermelhados ao longo do limbo. Posteriormente, os pontos cobrem todo o limbo, ocorrendo um avermelhamento generalizado (Figura 9).
P	As folhas velhas ficam com coloração verde escura, mostrando-se arroxeadas próximo às nervuras e com pontuações escuras ao longo do limbo. No estágio final, as pontuações tornam-se necróticas (Figura 10).
K	Inicialmente as folhas velhas apresentam avermelhamento das bordas que progride em direção ao centro da folha. Nesta fase, muitas vezes ocorre um secamento das pontas das folhas (Figura 11).
Ca	As 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 (Figura 12).
Mg	As folhas velhas apresentam manchas amareladas, com as nervuras permanecendo verdes. Além dessas manchas, formam-se outras, numerosas, marrons, de tamanho, forma e contornos variáveis, podendo também ocorrer clorose internerval (Figura 13).
S	As folhas novas mostram leve clorose ou avermelhamento de forma uniforme (Figura 14).
Micronutrientes	
B	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 (Figura 16).
Cu	Folhas novas deformadas; morte descendente dos ramos, caules e ramos tortuosos; perda de lignificação, ficando os ramos e o caule com aspecto de “caídos”.
Fe	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 (Figura 17).
Mn	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 (Figura 18).
Zn	As folhas novas tornam-se lanceoladas, estreitas e pequenas (Figura 15). 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.

Tabela 16. Registro de ocorrência de sintomas visuais de deficiências nutricionais em plantios de eucalipto.

Local	Tipo de solo	Nutriente	Causas da deficiência	Fonte
Itatinga/SP	Areia Quartzosa	K e B	Solo pobre e adubação abaixo das exigências nutricionais	SILVEIRA et al. (1995d, 1995e)
Luiz Antônio/SP	Areia Quartzosa	B	Solos com baixos teores de B associados a déficit hídrico	SILVEIRA (dados não publicados)
Lençóis Paulista/SP	Areia Quartzosa e Latossolos arenosos	K e B	Solo pobre e adubação abaixo das exigências nutricionais	SILVEIRA et al. (1999)
Lençóis Paulista/SP	Areia Quartzosa e Latossolos arenosos	K	Plantios com excessiva aplicação de lama cal (competição de K e Ca pelo mesmo sítio de absorção)	SILVEIRA et al. (1999)
Paraibuna/SP	Podzólicos	N	Solos com baixos teores de matéria orgânica e altos teores de K trocável ($> 2 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$)	SILVA et al. (2000)
Sul da Bahia	Podzóis	N	Solos com baixos teores de matéria orgânica	SILVEIRA et al. (2000a)
Sul da Bahia	Podzólicos e Podzóis	Ca	Solos com baixos teores de Ca disponível ($< 5 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$)	SILVEIRA et al. (2000a)
Mogi-Guaçu/SP, Casa Branca/SP, Itirapina/SP, Itatinga/SP e Angatuba/SP	Areia Quartzosa e Latossolos arenosos	K e Mg	Solos pobres, com baixos teores de K e Mg disponíveis, associados a adubações inferiores às exigências nutricionais	BELOTTE & FERREIRA (1993)
Norte e Noroeste de Minas Gerais	Latossolos arenosos	B	Solos com baixos teores de B associados ao déficit hídrico	MORAIS (1999)
Capão Bonito/SP	Latossolos Vermelho-Escuros argilosos	K, Cu e Zn	Solos com baixos teores de K, Cu e Zn disponíveis associados a adubações inferiores às exigências nutricionais	SILVEIRA et al. (1998b)

A



B



C



D



E



F

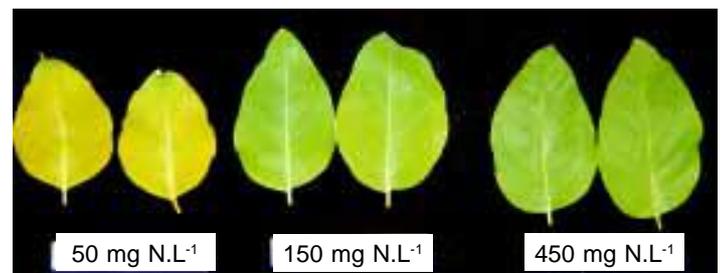


Figura 9. Sintomas de deficiência de nitrogênio em eucalipto. (A) Progressão dos sintomas foliares em *E. grandis* x *E. urophylla*. (B) Folhas deficientes e normais em *E. globulus*. (C) Folhas deficientes e normais em *E. urophylla*. (D) Amarelecimento generalizado da brotação de clone de *E. grandis*. (E) Sintomas de deficiência de N em brotação de *E. citriodora*. (F) Sintomas foliares em clone de *E. urophylla* x *E. grandis* em função de doses de nitrogênio na solução nutritiva.

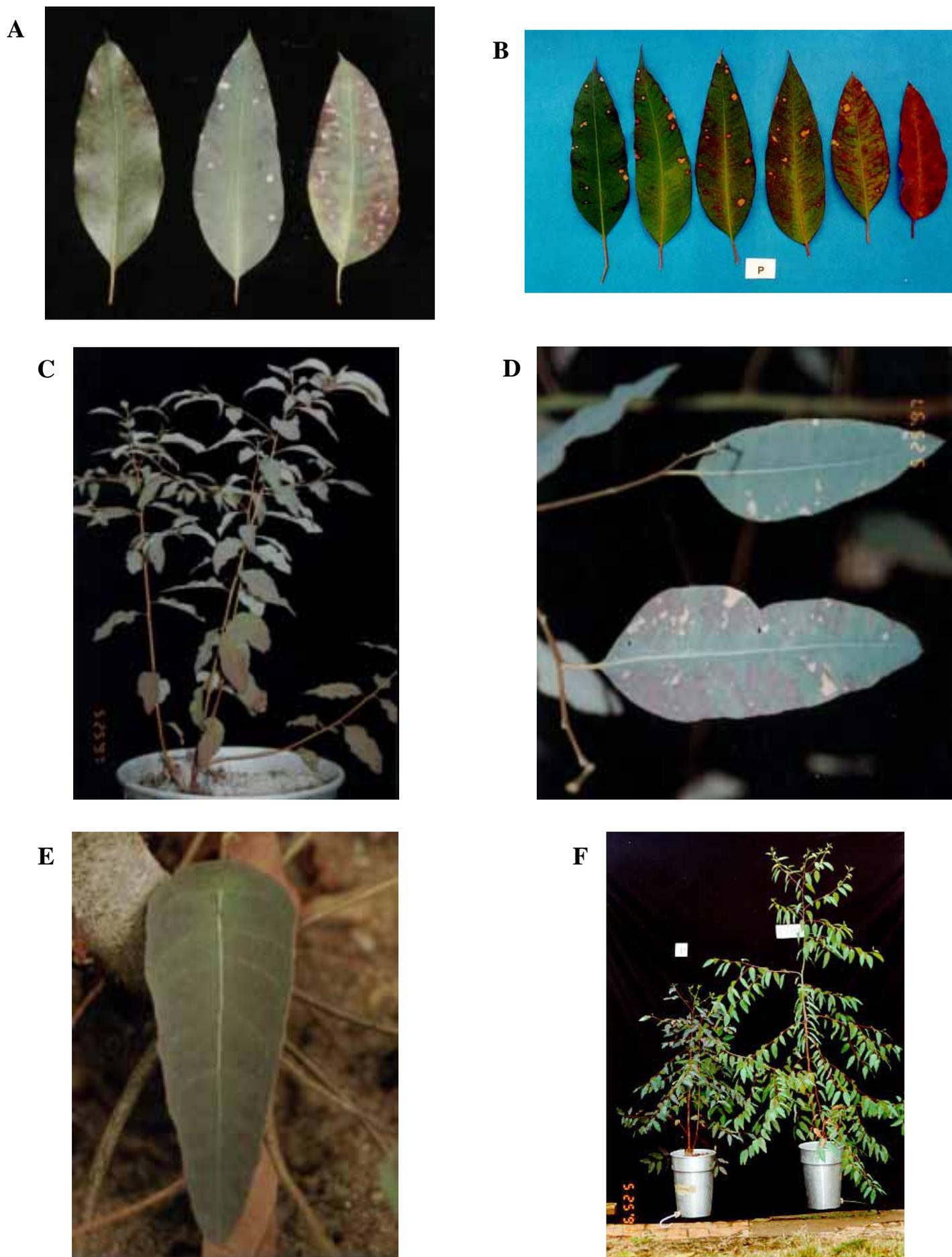


Figura 10. Sintomas de deficiência de fósforo em eucalipto. (A) e (B) Progressão dos sintomas foliares em *E. grandis* x *E. urophylla*. (C) Brotação de *Eucalyptus* spp. (D) Manchas arroxeadas e necróticas em *E. grandis* x *E. urophylla*. (E) Folha deficiente em *E. citriodora*. (F) Brotação deficiente e normal em *E. grandis* x *E. urophylla*.

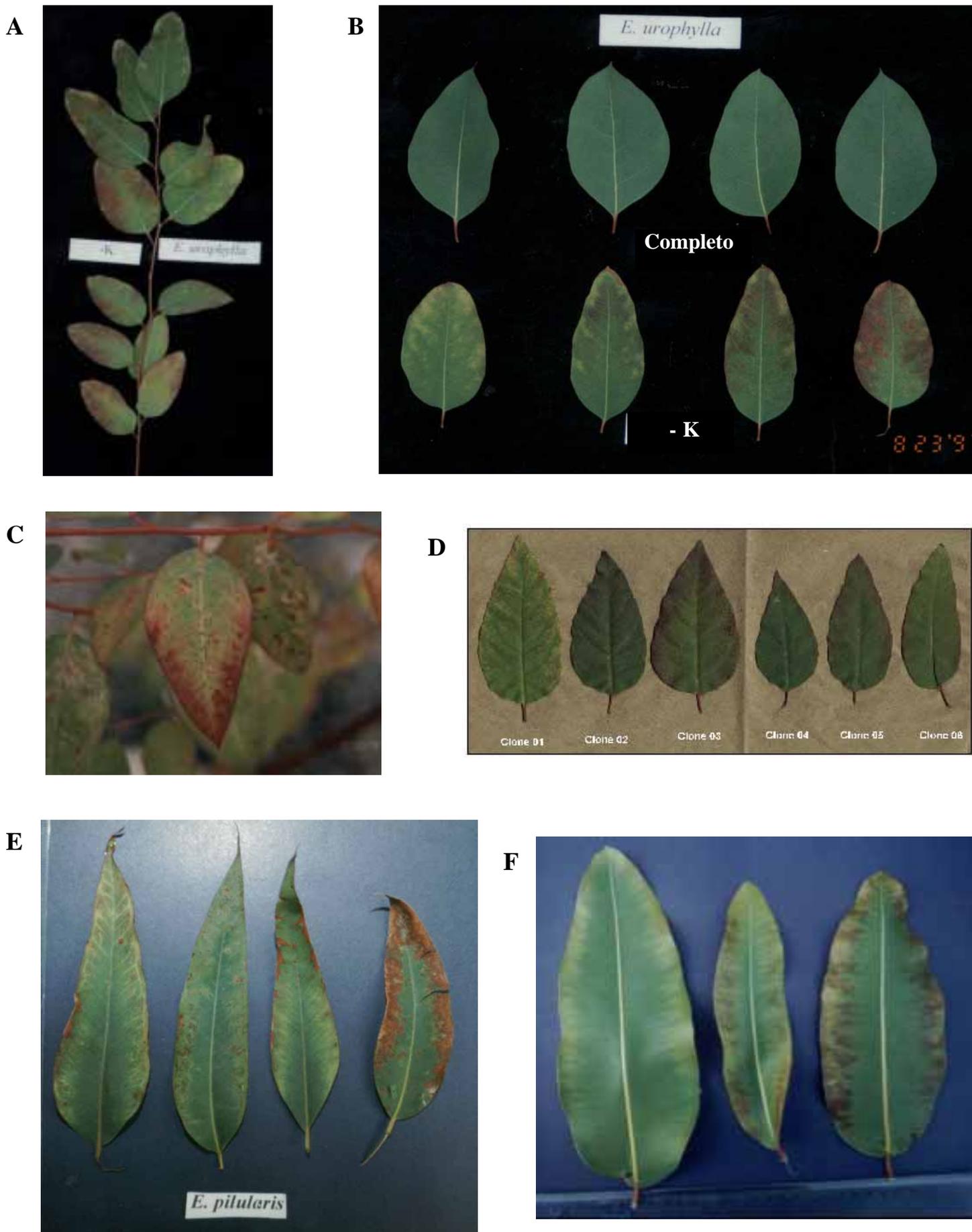


Figura 11. Sintomas de deficiência de potássio em eucalipto. (A) Progressão dos sintomas foliares conforme a posição das folhas no ramo de *E. urophylla*. (B) Folhas normais e deficientes em *E. urophylla*. (C) Avermelhamento marginal em *E. grandis*. (D) Sintomas de deficiência de potássio em vários clones de eucalipto. (E) Clorose seguida de necrose das margens das folhas em *E. pilularis*. (F) Clorose e avermelhamento marginal em *E. ptychocarpa*.

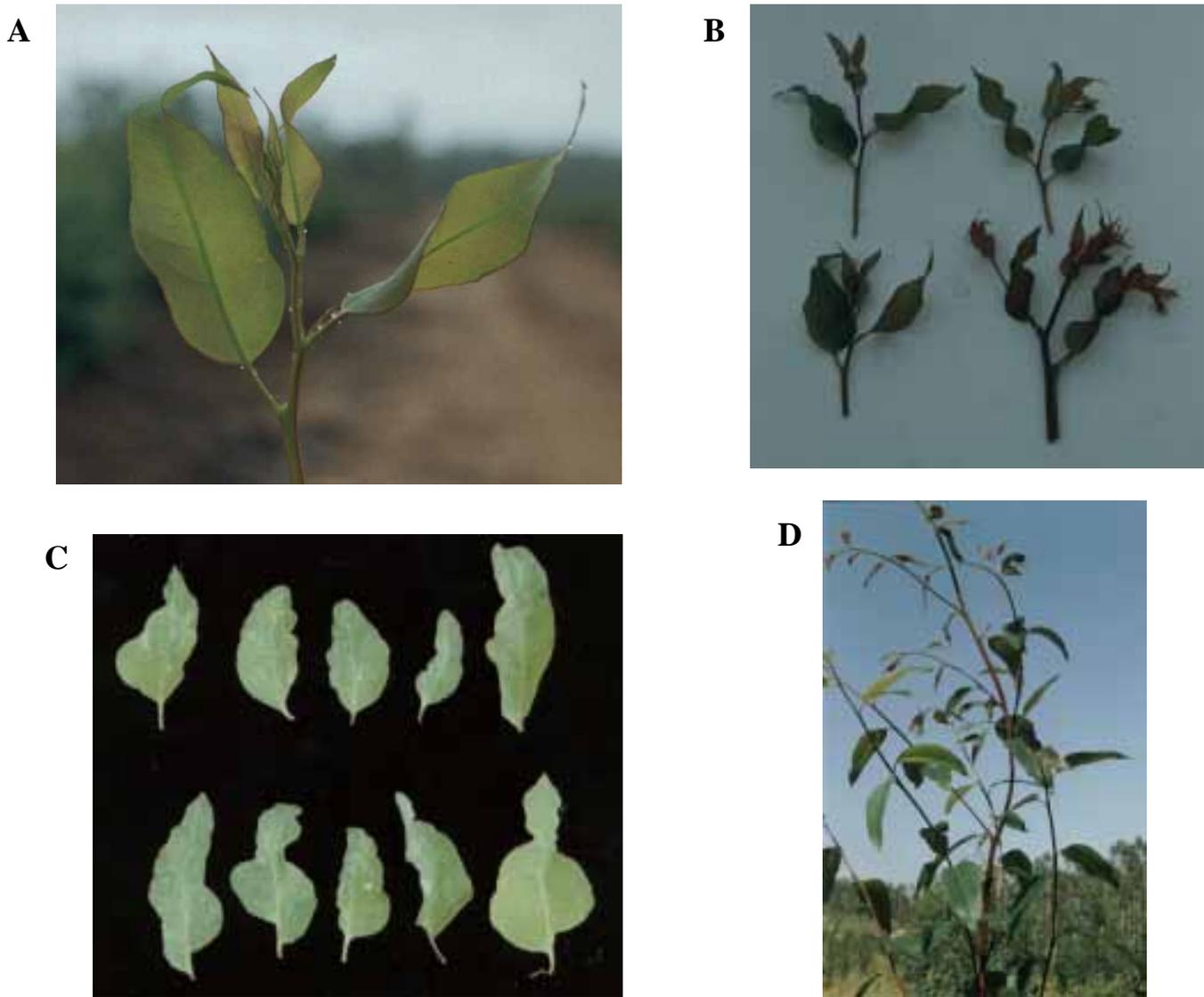


Figura 12. Sintomas de deficiência de cálcio em eucalipto. (A e B) Folhas novas retorcidas de *E. grandis* x *E. urophylla*. (C) Folhas novas deformadas em *E. grandis*. (D) Ponteiro pêndulo em *E. grandis* x *E. urophylla*.



Figura 13. Sintomas de deficiência de magnésio. (A) Clorose internerval em *E. grandis* x *E. urophylla*. (B) Progressão dos sintomas conforme posição das folhas no ramo de *E. grandis*.

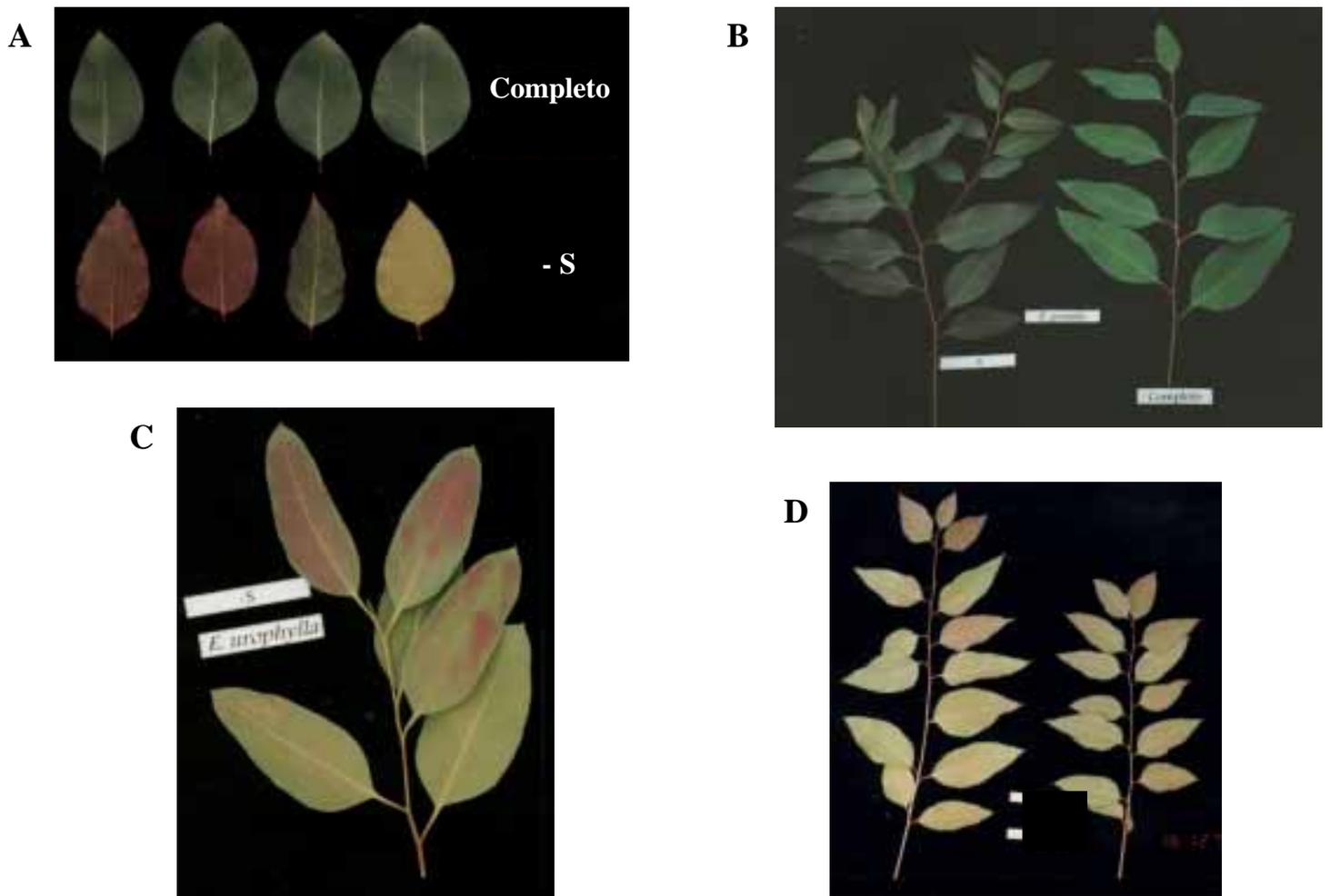


Figura 14. Sintomas de deficiência de enxofre. (A e B) Folhas normais e deficientes em *E. urophylla* e *E. grandis*. (C e D) Clorose e avermelhamento das folhas novas em *E. urophylla* e *E. grandis*.

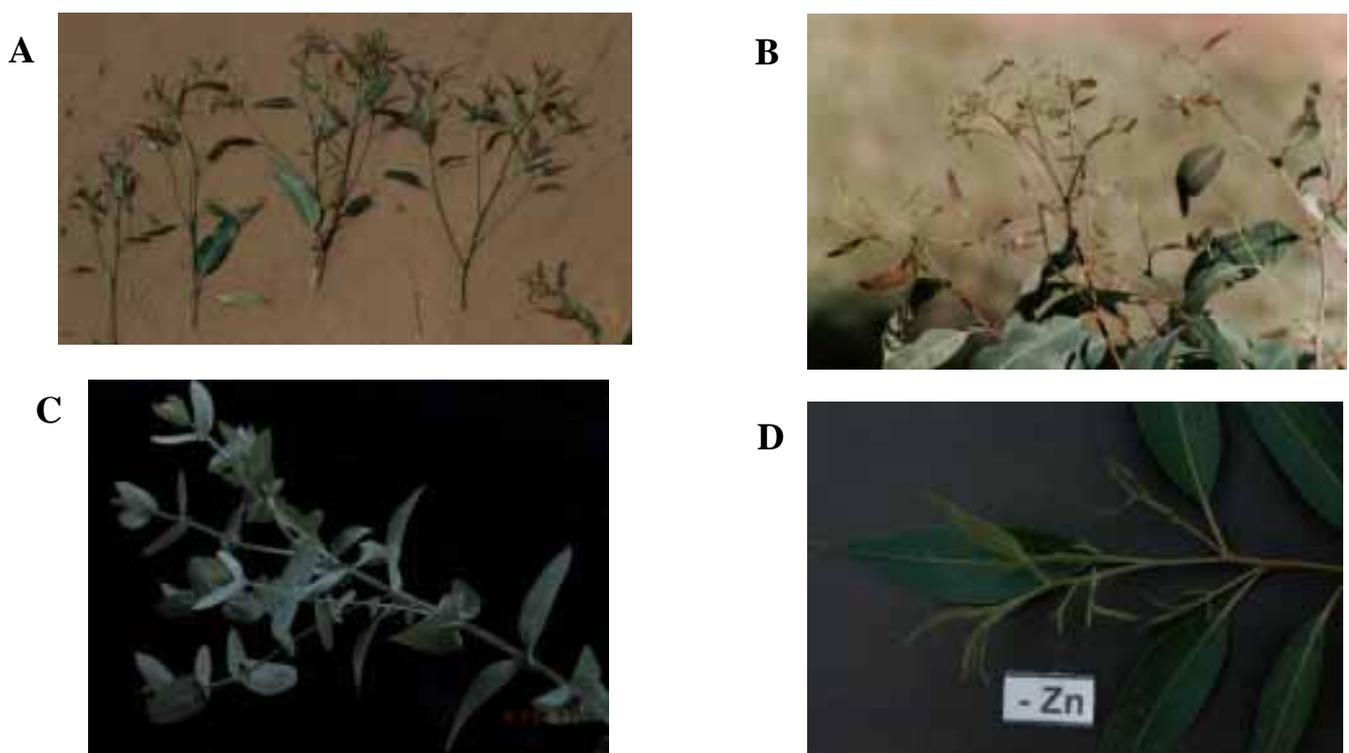


Figura 15. Sintomas de deficiência de zinco. (A) Superbrotação em *Eucalyptus grandis*. (B) Folhas pequenas e lanceoladas em *E. grandis*. (C) Superbrotação em *Eucalyptus globulus*. (D) Folhas lanceoladas em clone de *E. grandis* x *E. urophylla*.

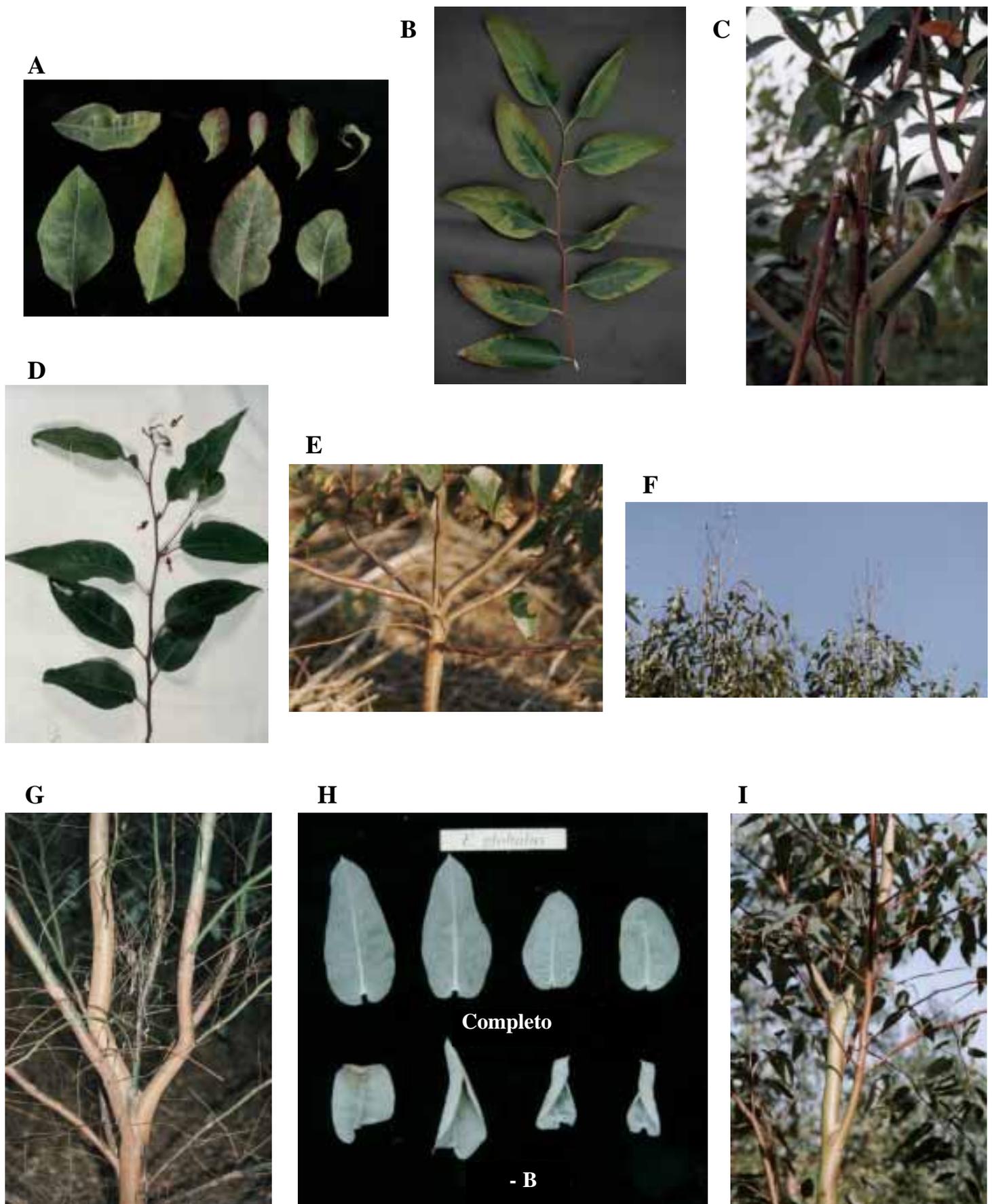


Figura 16. Sintomas de deficiência de boro. (A) Clorose das folhas e presença de nervuras salientes dando o aspecto de “costela” em clone de *E. grandis* x *E. urophylla*. (B) Progressão da clorose marginal conforme posição das folhas no ramo. (C) Quebra do ponteiro em árvore de *E. urophylla* deficiente em boro. (D) Morte da gema apical e brotações das gemas axilares em *Eucalyptus grandis*. (E) Perda da dominância e superbrotação em *Eucalyptus grandis*. (F) Seca de ponteiro em *E. grandis*. (G) Seca de ponteiro e bifurcação do tronco em *Eucalyptus grandis*. (H) Folhas normais e deficientes em *Eucalyptus globulus*. (I) Bifurcação do tronco em *Eucalyptus urophylla*.

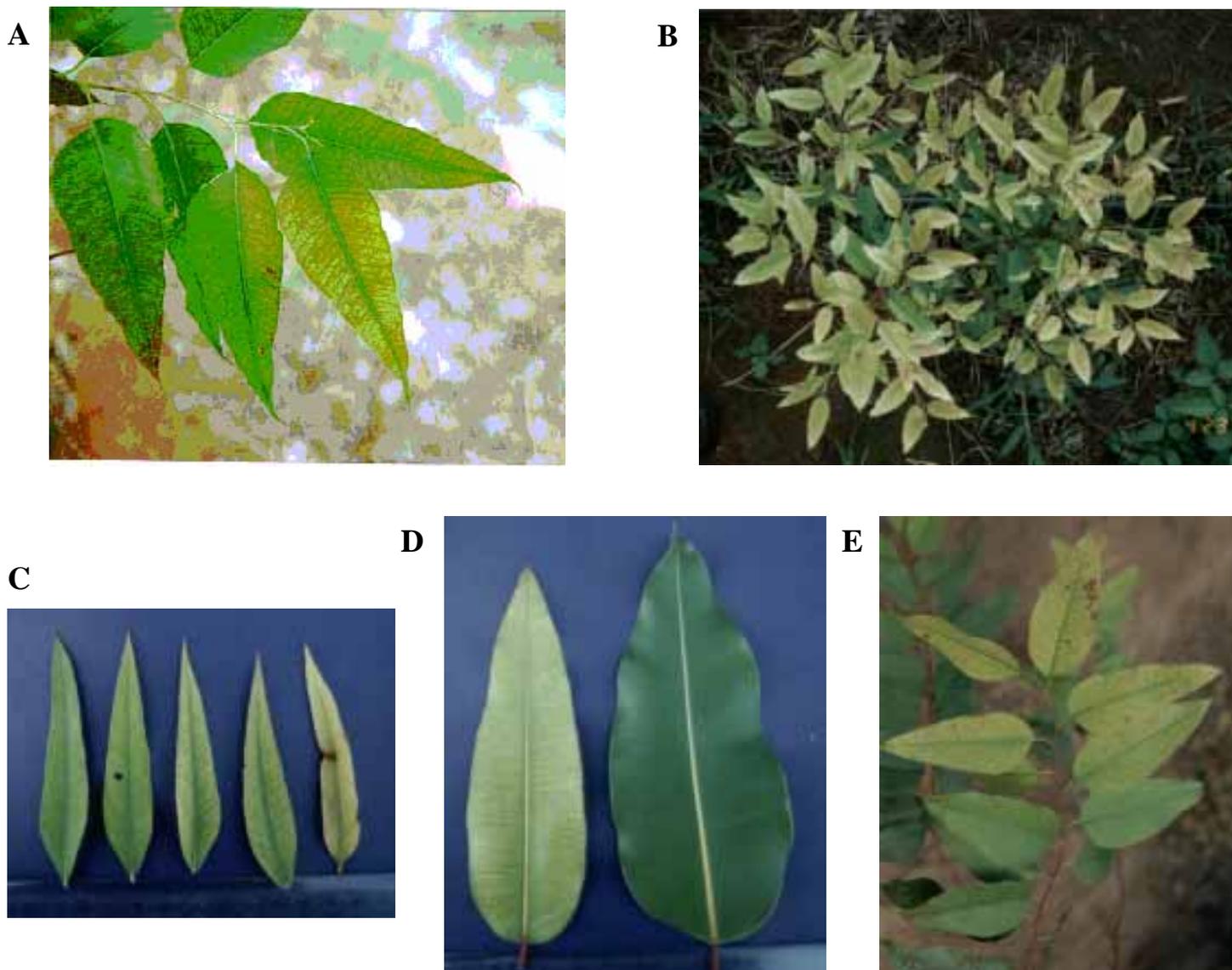


Figura 17. Sintomas de deficiência de ferro. (A) Clorose internerval das folhas novas (“reticulado fino”) em *E grandis*. (B) Amarelecimento generalizado de brotações de clone de *Eucalyptus grandis*, em macrojardim clonal. (C) Progressão da clorose internerval em *Eucalyptus pilularis*. (D) Folha deficiente e normal em *Eucalyptus ptychocarpa*. (E) Clorose internerval e pequenas manchas avermelhadas em folhas novas de *E. grandis*.

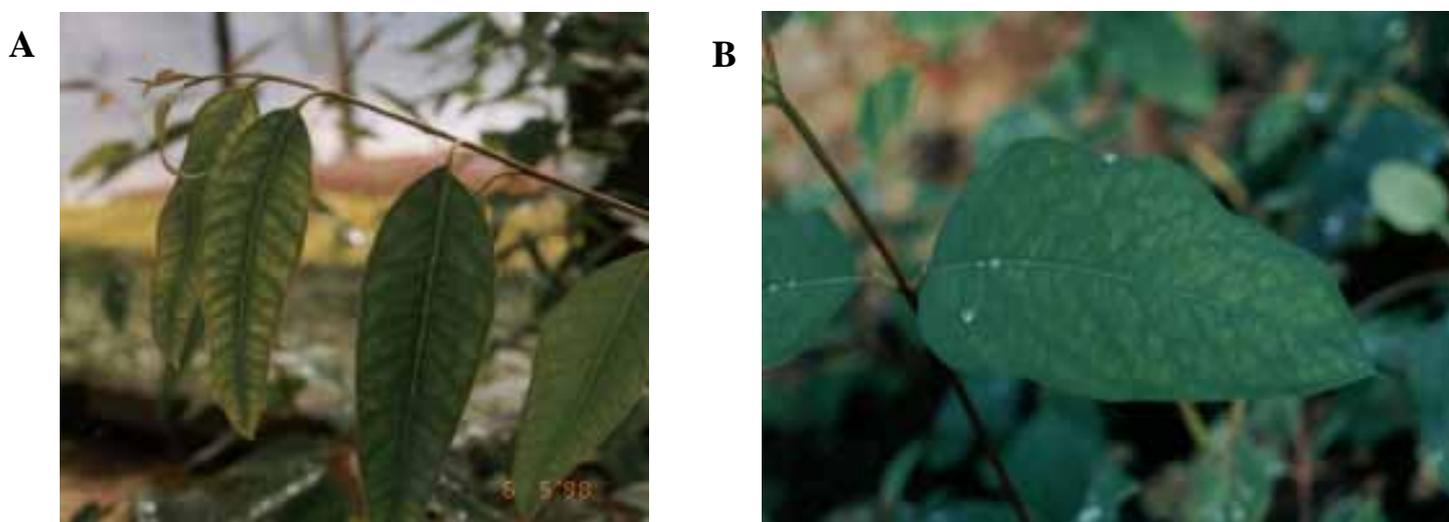


Figura 18. Sintomas de deficiência de manganês. (A) Clorose internerval das folhas novas (“reticulado grosso”) em clone de *Eucalyptus* – estágio avançado. (B) Estádio inicial da clorose internerval em folhas de *E. grandis* x *E. urophylla*.

4.3. DIAGNOSE FOLIAR NA FASE DE FLORESTA

A diagnose foliar tem as seguintes aplicações: avaliar o estado nutricional, identificar deficiências e distúrbios nutricionais, avaliar a necessidade de adubos e ajustar os programas de adubação.

As folhas a serem coletadas são as duas primeiras completamente desenvolvidas (3ª ou 4ª par de folhas) de ramos situados no terço superior da copa da árvore.

Número de folhas coletadas: entre 40 e 80 folhas por hectare.

Número de árvores amostradas: 10 por hectare.

Na Tabela 17 são apresentadas as faixas de concentrações dos macro e micronutrientes para a interpretação de análise foliar do eucalipto.

4.4. ADUBAÇÃO NA FASE DE FLORESTA

4.4.1. Corretiva

a) Calcário

A maioria das espécies de *Eucalyptus* utilizadas no Brasil tem-se mostrado tolerante a alumínio. A aplicação de calcário tem como objetivo o fornecimento de Ca e Mg (BARROS et al., 1990; BARROS & NOVAIS, 1996). As quantidades fornecidas de Ca e Mg devem ser suficientes para atender à demanda nutricional do *Eucalyptus* durante o ciclo de produção.

Em solos com baixo teor de Ca e Mg, a quantidade aplicada de calcário deve ser baseada no conteúdo de Ca presente na biomassa, aos sete anos de idade, que normalmente varia de 150 a 400 kg de Ca.ha⁻¹, em função do material genético e do tipo de solo. A dose média de calcário dolomítico tem ficado entre 1,0 e 2,5 t.ha⁻¹.

b) Fosfato natural

A maioria dos solos cultivados com *Eucalyptus* é deficiente em fósforo e também tem alta capacidade de fixação do elemento. A aplicação do nutriente é essencial nos programas de adubação (BARROS & NOVAIS, 1996). A aplicação de fosfatos naturais é recomendada para solos com pH (CaCl₂) menor que 5,0. A fonte preferencial deve ser os fosfatos sedimentares por apresentarem maior quantidade de P disponível às plantas, quando comparados aos fosfatos de origem ígnea.

BARROS et al. (1992) indicam a importância da aplicação de fósforo em um maior volume de solo, mediante a aplicação de fosfato natural. Nos povoamentos, a recomendação é de 1,0 t.ha⁻¹ em área total (Figura 19) ou 500 kg.ha⁻¹ em faixas de 1,0-1,5 m, sendo incorporado antes ou após o plantio.

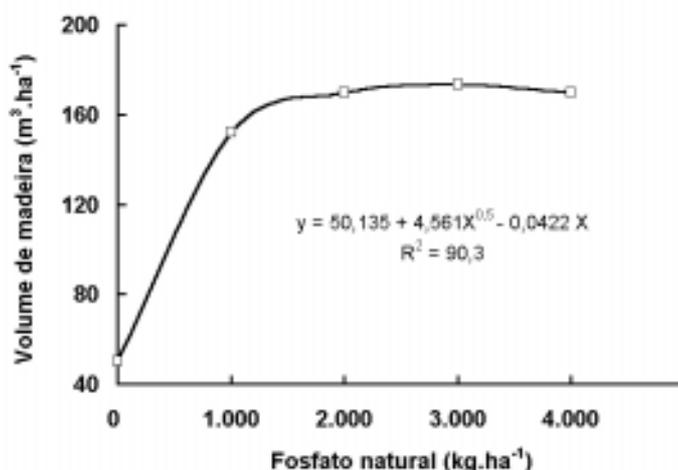


Figura 19. Volume de *Eucalyptus grandis*, aos 6,5 anos de idade, em resposta à aplicação de fosfato natural (BARROS et al., 1992).

Tabela 17. Interpretação dos dados de análise de folhas para eucalipto.

Nutrientes	Faixas adequadas				Faixas deficientes		
	Malavolta et al. (1997) ⁽¹⁾	Dell et al. (1995) ⁽²⁾	Gonçalves (1995) ⁽³⁾	Silveira et al. (1998b, 1999) ⁽²⁾	Malavolta (1987) ⁽³⁾	Dell et al. (1995) ⁽²⁾	Silveira et al. (1998b, 1999) ⁽²⁾
----- Macronutrientes (g.kg ⁻¹) -----							
N	21-23	18-34	13,5-18	22-27	8-13	-	< 16
P	1,3-1,4	1,0-2,2	0,9-1,3	1,7-2,2	0,4-0,8	-	< 1,1
K	9-10	9-18	9-13	8,5-9,0	6-8	5-6	< 7,0
Ca	5-6	3-6	6-10	7,1-11	2-4	-	< 5,5
Mg	2,5-3	1,1-2,1	3,5-5	2,5-2,8	1,5-2,0	-	< 2,1
S	1,5-2,5	1,5-2,3	1,5-2	1,5-2,1	0,8-1,2	-	< 1,3
----- Micronutrientes (mg.kg ⁻¹) -----							
B	25-30	15-27	30-50	34-44	15-20	-	< 21
Cu	7-10	2-7,4	7-10	6-7	4-6	-	< 4
Fe	100-140	63-128	150-200	65-125	75-100	-	-
Mn	300-400	193-547	400-600	200-840	< 100	-	-
Zn	12-17	17-42	35-50	15-20	20-30	-	< 7

⁽¹⁾ Dados referentes a *Eucalyptus grandis* com alta produtividade de madeira.

⁽²⁾ Dados referentes a povoamentos de *Eucalyptus grandis*.

⁽³⁾ Dados médios para as espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil.

4.4.2. Adubação de plantio

A adubação de plantio visa principalmente o fornecimento de fósforo, cobre e zinco. Em solos com baixo teor de matéria orgânica e de potássio disponível deve-se também utilizar pequenas doses de N e K.

A Tabela 18 mostra as doses de zinco e de cobre a serem utilizadas em função da disponibilidade destes micronutrientes no solo. Sugere-se a aplicação de 10 kg de N.ha⁻¹ e de 20 kg de K₂O.ha⁻¹. Os adubos são localizados em sulco, ou em cova de plantio nas regiões mais acidentadas. A fonte de P recomendada deve ser de alta solubilidade, como os superfosfatos.

A Tabela 19 indica as doses de fósforo utilizadas em função do P disponível e do teor de argila do solo.

Tabela 18. Recomendação de zinco e de cobre para *Eucalyptus* de acordo com o teor destes micronutrientes no solo (camada de 0-20 cm).

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	0,25-0,5	0,3-0,5	1,0	0,5
Adequado	0,5-1,0	0,5-0,8	0,5	0
Acima do adequado	> 1,0	> 0,8	0	0

Fonte: SILVEIRA et al. (1998b).

Tabela 19. Recomendação de fósforo para *Eucalyptus*, de acordo com o teor de argila e de fósforo disponível do solo (camada de 0-20 cm).

Teor de argila (%)	Teor de P por resina (mg.dm ⁻³)			
	0-2	3-5	6-8	> 8
	----- P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹) -----			
< 15	60	40	20	0
15-35	90	70	50	20
> 35	120	100	60	30

Fonte: GONÇALVES et al. (1995).

4.4.3. Adubação de cobertura

Primeira e segunda cobertura: A primeira cobertura é realizada entre 30 e 90 dias após o plantio e a segunda entre seis e nove meses após o plantio. Visa fornecer os nutrientes de alta mobilidade no solo, nitrogênio, potássio e boro. Os adubos devem ser localizados em coroa, no caso de aplicação manual, ou em filete contínuo, quando mecanizada, a 30 cm do colo da muda.

A Tabela 20 indica as doses de N utilizadas em povoamentos de *Eucalyptus* em função do teor de matéria orgânica do solo. Sugere-se que as doses totais de N sejam parceladas em 30 a 40% na 1ª cobertura e 60 a 70% na 2ª cobertura.

Tabela 20. Recomendação de nitrogênio para *Eucalyptus* de acordo com o teor de matéria orgânica do solo (camada de 0-20 cm).

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

Fonte: GONÇALVES et al. (1995).

SILVA et al. (2000) verificaram que para solos com teor elevado de K (> 1,2 mmol_c.dm⁻³) a resposta do *E. grandis* à aplicação de nitrogênio foi linear até a dose máxima de 80 kg.ha⁻¹. Portanto, estes resultados sugerem que nestes solos a dose de N a aplicar seja de 80 a 120 kg.ha⁻¹.

O potássio tem sido o nutriente mais limitante ao crescimento do *Eucalyptus* em várias regiões florestais, como Itatinga/SP, São Simão/SP, Altinópolis/SP, Mogi-Guaçu/SP e Itamarandiba/MG (GALO, 1993; SILVEIRA et al., 1995d; GAVA, 1997; VALERIO et al., 1991 e 1996; SCATOLINI et al., 1996). BARROS et al. (1990) relataram que a necessidade de potássio aumenta com o acúmulo de biomassa e, portanto, com a idade do *Eucalyptus*. Na Tabela 21 são apresentadas as doses de potássio em função do teor de K trocável do solo (SILVEIRA & MALAVOLTA, 2000). Observa-se que para este nutriente é necessário o parcelamento da dose em até três aplicações, em razão da maioria dos plantios florestais estarem localizados em solos arenosos, com baixo K disponível (< 0,6 mmol_c.dm⁻³).

A Tabela 22 indica a dose de boro recomendada com base no teor do micronutriente no solo. Para regiões com déficit hídrico acentuado, como Norte e Noroeste de Minas Gerais, sugere-se que

Tabela 21. Recomendação de adubação potássica para *Eucalyptus* de acordo com o teor de K trocável no solo (camada de 0-20 cm).

Época	Forma de aplicação	K trocável (mmol _c .dm ⁻³)		
		0-1,0	1,0-1,5	> 1,5
Meses após plantio		----- K ₂ O (kg.ha ⁻¹) -----		
2-3	Coroa ou filete contínuo a 30 cm do colo da muda	20 a 30	20 a 30	20 a 30
6-9	Coroa ou filete contínuo a 30 cm do colo da muda	30 a 45	20 a 30	-
12-18	Filete contínuo nas entrelinhas ou em área total caso tenha ocorrido o fechamento das copas	60 a 75	-	-
Total aplicado		120 a 150	40 a 60	20 a 30

Fonte: SILVEIRA & MALAVOLTA (2000).

Tabela 22. Recomendação de B para *Eucalyptus* de acordo com o teor de B no solo (0-20 cm).

B no solo (água quente) (mg.dm ⁻³)			
< 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	> 0,6
----- B (kg.ha ⁻¹) -----			
4,0	3,0	1,0	-

Fonte: SILVEIRA et al. (1998b).

as doses sejam acrescidas de 25 a 30% da recomendada para as demais regiões. Nestas regiões, em povoamentos de *E. citriodora* e *E. camaldulensis*, dependendo do tipo de solo, a dose de B adequada varia de 6 a 9 kg.ha⁻¹, segundo MORAIS (1999). Sugere-se que as doses totais de B sejam parceladas em 30% na 1ª cobertura e 70% na 2ª cobertura.

4.4.4. Adubação de correção ou manutenção

A adubação de correção ou manutenção é realizada entre 18 e 24 meses após o plantio, nas florestas de baixo crescimento. A recomendação de adubação deve ser baseada no monitoramento nutricional, que tem como objetivo identificar qual(is) o(s) nutriente(s) limitante(s) ao desenvolvimento do eucalipto. Este monitoramento deve ser realizado em florestas com idade entre 12 e 18 meses de idade. ARAÚJO et al. (2000) desenvolveram um método bastante prático para determinar se o baixo crescimento da floresta está relacionado a problemas nutricionais. Os autores citam a existência de quatro possibilidades, conforme mostra a Figura 20A-B:

a) **Quadrante verde:** crescimento em altura e nível do nutriente acima dos padrões ideais, não indicando restrições ao crescimento.

b) **Quadrante azul:** crescimento em altura acima do nível ideal e nível nutricional abaixo do padrão, indicando que a limitação para um determinado nutriente não está afetando diretamente o crescimento das plantas naquele estágio. Melhores condições de disponibilidade de água aliadas às características de solo mais favoráveis, bem como maior eficiência de absorção e utilização de

nutrientes pelo genótipo podem explicar essa condição. A recomendação para casos como esse é a de continuidade dos monitoramentos para verificação de possíveis limitações em idades mais avançadas.

c) **Quadrante amarelo:** crescimento em altura inferior ao padrão enquanto os nutrientes encontram-se acima da concentração ideal. O menor crescimento está ligado a outros fatores, tais como características físicas de solo desfavoráveis, baixa eficiência ou inadequação do material genético, problemas de preparo de solo ou no controle das plantas infestantes, além de limitações ligadas a outros nutrientes. A solução é avaliar todos os fatores de forma a tomar as decisões mais adequadas.

d) **Quadrante vermelho:** crescimento em altura e concentração dos nutrientes nas folhas abaixo do considerado adequado. Portanto, existe indicação de que o nutriente está limitando o crescimento, sendo necessária a sua aplicação.

5. RELAÇÃO ENTRE ESTADO NUTRICIONAL, QUALIDADE DO PRODUTO E OCORRÊNCIA DE DOENÇAS E PRAGAS

Embora já se saiba que a adubação promove ganhos na produtividade do *Eucalyptus* sp., pouco se conhece sobre os seus efeitos na qualidade da madeira e na ocorrência de pragas e doenças desta espécie.

A densidade básica da madeira do *Eucalyptus*, em geral, reduz ou permanece constante com a aplicação de NPK e calcário, segundo HIGGS & RUDMAN (1973) e MELLO (1968). SGARBI et al. (1999a) verificaram que a deficiência de enxofre reduziu significativamente a densidade básica da madeira juvenil do *E. grandis* x *E. urophylla*, conforme mostra a Figura 21A.

A presença de extrativos na madeira do *E. grandis* foi aumentada com a aplicação de calcário calcítico e diminuída com a aplicação de gesso e fosfato natural (ANDRADE et al., 1994).

A deficiência de cálcio reduziu consideravelmente o comprimento das fibras e a concentração de lignina na madeira do *E. grandis* x *E. urophylla*, conforme mostram as Figuras 21B e 21C (SGARBI et al., 1999a). A redução do teor de lignina, na de-



Figura 20. (A) Método da matriz para avaliação nutricional do *Eucalyptus*. (B) Estado nutricional de *E. grandis*, aos 12 meses de idade, em relação à nitrogênio, em solo Espodosolo na região sul da Bahia.

ficiência de cálcio, está associada ao fato deste nutriente participar da síntese da parede celular, na fase secundária do desenvolvimento e no processo de lignificação.

SILVEIRA (2000), ao estudar a exigência nutricional de quatro progênies de *E. grandis* em relação a potássio, na fase juvenil, verificou respostas positivas na quantidade de holocelulose devido à aplicação de potássio. A Figura 21D mostra a relação entre a razão K/Ca nas folhas e a concentração e quantidade de holocelulose produzida em um dos materiais genéticos estudados.

O ataque de lagartas desfolhadoras na cultura do *Eucalyptus* é mais comum em solos que apresentam baixa fertilidade. SILVEIRA & BRANCO (1995) verificaram que as florestas com alta infestação de *Thyrinteina arnobia*, na região de Itatinga/SP, apresentavam severa deficiência de potássio e boro.

A deficiência ou o excesso de boro tornaram o *Eucalyptus citriodora* mais suscetível ao ataque de alguns fungos considerados patógenos secundários, como *Botryosphaeria ribis* e *Lasiodiplodia theobromae*, conforme constatado por SILVEIRA et al. (1996). SILVEIRA et al. (1998a) verificaram que quando o teor foliar deste nutriente em *E. citriodora* era menor que 30 mg.kg⁻¹, o fungo *Botryosphaeria ribis* tornava-se extremamente agressivo (Figura 22A).

MUNIZ et al. (1997) estudaram o efeito do estado nutricional sobre a severidade da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em um clone de eucalipto considerado resistente e em outro suscetível, e constataram que a deficiência múltipla de K e B aumentou a severidade da doença no clone B, considerado suscetível (Figura 22B).

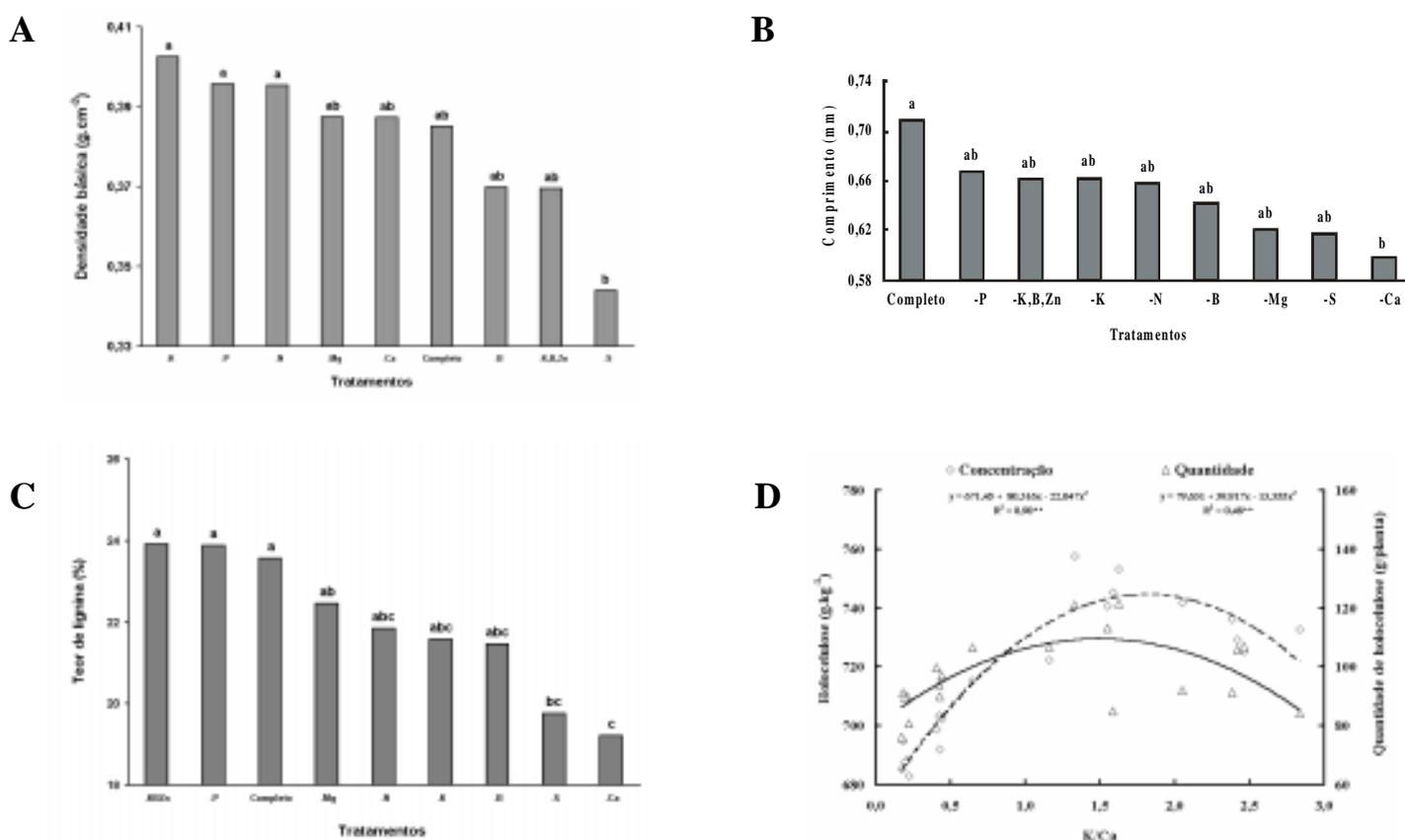


Figura 21. (A) Relação entre as deficiências nutricionais e a densidade básica, (B) comprimento das fibras e (C) teor de lignina da madeira juvenil de *E. grandis*. (D) Concentração e quantidade de holocelulose em lenho de *E. grandis* em função da relação K/Ca nas folhas.

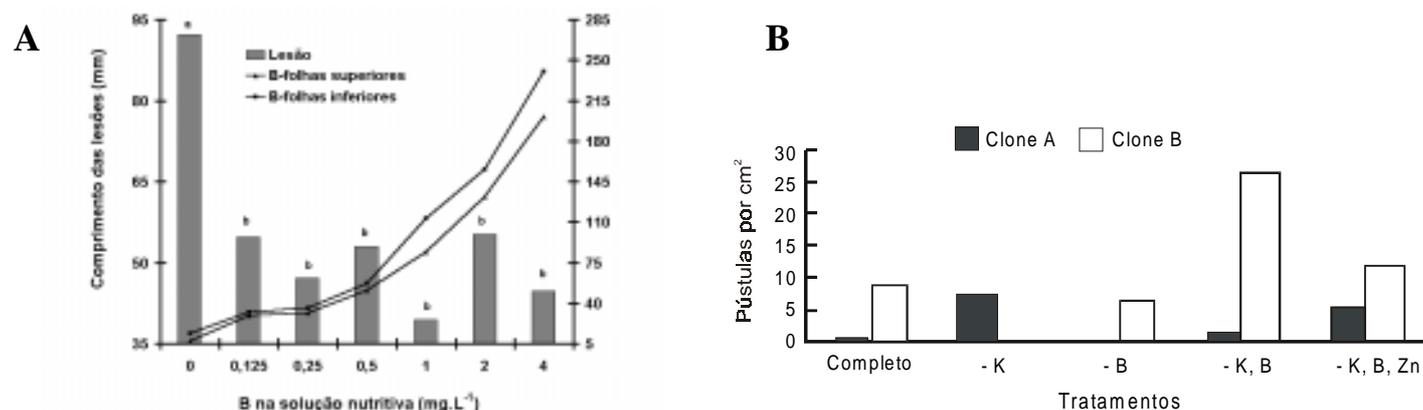


Figura 22. (A) Efeito do boro sobre a agressividade de *Botryosphaeria ribis* em *Eucalyptus citriodora*. (B) Relação entre a deficiência de K e B e a severidade de *Puccinia psidii* em clones de *Eucalyptus grandis*.

PRINCIPAIS PRAGAS NA CULTURA DO *Eucalyptus*

1. FORMIGAS CORTADEIRAS

SAÚVAS – *Atta* spp.

QUEM-QUÊNS – *Acromyrmex* spp., *Sericomyrmex* spp., *Mycocepurus* spp., *Trachymyrmex* spp.

Danos

Estes insetos danificam o eucalipto na produção de mudas e no campo. O custo despendido com o controle desta praga corresponde a 5% do custo total de implantação ou 30% do investimento total da cultura ao final do terceiro corte (SANTOS et al., 1996).

Características

As saúvas ocorrem em todo o Brasil. Nos reflorestamentos, as espécies mais importantes são: *Atta sexdens rubropilosa* (saúva-limão) e *Atta laevigata* (saúva-cabeça-de-vidro). Esses indivíduos constroem seus ninhos subterrâneos, interligados por galerias, e usam substrato vegetal para o desenvolvimento de seu fungo, do qual se alimentam. As quem-quêns também possuem importância econômica nas fases de viveiro e campo. O gênero *Acromyrmex* possui as espécies que apresentam maior importância na cultura do eucalipto. Seus ninhos também são subterrâneos, mas menores que os das saúvas. Geralmente, são constituídos por uma câmara (panela) de pequena profundidade e de difícil localização (SANTOS et al., 1996).

Controle

Para o controle de formigas cortadeiras, o método mais eficiente é a aplicação de produto químico tóxico utilizado diretamente nos ninhos, nas formulações pó, líquida ou líquidos nebulizáveis, ou na forma de iscas granuladas, aplicadas nas proximidades das colônias. O emprego de iscas granuladas, principalmente através de porta-iscas (PI) e microporta-iscas (MIPIs), é considerado eficiente, prático e econômico. Oferecem maior segurança ao operador, dispensam mão-de-obra e equipamentos especializados e permitem o tratamento de formigueiros em locais de difícil acesso (LOECK & NAKANO, 1984). As porta-iscas podem ser aplicadas de forma sistemática, em função das características de infestação da área, variando entre 40 e 80 porta-iscas de 20g.ha⁻¹; e de forma localizada em formigueiros grandes (LARANJEIRO, 1994). A quantidade de iscas utilizadas em MIPIs é variável dentro da faixa de 1,6 a 3,0 kg.ha⁻¹, com MIPIs espaçados de 6 x 6 m ou 6 x 9 m, aplicadas cerca de um mês antes do corte das plantas ou 15 dias após a roçada.

2. CUPINS

Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae (Figura 23A)

Danos

Segundo BERTI FILHO (1993), os danos causados pelos cupins em florestas plantadas, os quais ocorrem desde o plantio até a colheita, são consideráveis.

Características

As principais espécies que atacam o *Eucalyptus*, no Brasil, pertencem às famílias Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Termitidae. Na região Neotropical, as espécies de *Eucalyptus* apresentam elevada mortalidade nos estádios iniciais do estabelecimento no campo, além de danos em árvores vivas e em cepas, devido ao ataque de cupins. As espécies mais susceptíveis são: *E. tereticornis*, *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. robusta*.

Controle

Segundo FONTES & BERTI FILHO (1998), o controle dos cupins pode ser realizado de três maneiras:

- Aplicação de inseticidas nas covas em pré-plantio. Utilizar inseticidas que tenham como princípios ativos os seguintes componentes: Aldrin, Heptacloro ou Teflutrina. Utilizar aproximadamente 10 g do produto por cova.
- Tratamento do substrato. Utilizar inseticidas que tenham longo período residual e com os seguintes princípios ativos: Fipronil ou Bifentrina.
- Imersão das mudas em uma solução contendo o inseticida.

3. LAGARTAS DESFOLHADORAS

Thyrinteina arnobia e *Glena* spp. (Lepidoptera; Geometridae)

Euselasia (Lepidoptera: Riodinidae)

Danos

Várias espécies de lagartas desfolhadoras atacam os povoamentos de eucalipto, sendo a *Thyrinteina arnobia* a principal praga. O dano causado pela *T. arnobia* e demais lagartas na cultura do eucalipto, segundo PEDROSA-MACEDO et al. (1993), é o desfolhamento da planta, podendo, em caso de ataques sucessivos, paralisar o seu crescimento.

Características

Ocorrem em toda a América do Sul e parte da América Central. No Brasil, os Estados que já apresentaram ataque por estas pragas foram: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Amazonas e Pernambuco (SANTOS et al., 1996).

As fêmeas apresentam-se com asas de coloração branca e pontuações negras bem esparsas; possuem antenas filiformes e envergadura média de 48,6 mm. Os machos são menores e apresentam coloração castanha variável nas asas anteriores, antenas bipectinadas e envergadura média de 35 mm (Figura 23B). Os ovos são verde-acinzentados e escurecem progressivamente até a coloração preta, quando as lagartas estão prestes a eclodir. As lagartas apresentam seis estádios com duração média de 26,8 dias, chegando a medir 50 mm de comprimento no final desta fase (Figura 22C). Para empupar, a lagarta elabora um casulo rudimen-

tar, cujos fios de seda são presos em uma ou mais folhas do eucalipto ou da vegetação rasteira. Esta fase dura 9,3 dias (SANTOS et al., 1996).

Controle

Segundo Berti Filho, 1974, citado por PEDROSA-MACEDO et al. (1993), o controle desta praga florestal pode ser feito utilizando-se os seguintes inimigos naturais:

- *Deopalpus* sp. (Diptera, Tachinidae): parasita lagartas e emerge das pupas.
- *Winthemya* sp. (Diptera, Tachinidae): parasita lagartas e emerge das pupas.
- *Patelloa similis* (Diptera, Tachinidae): parasita lagartas e emerge das pupas.
- *Euphorocera* sp. (Diptera, Tachinidae): parasita lagartas e emerge das pupas.
- *Archytas* sp. (Diptera, Tachinidae): parasita lagartas e emerge das pupas.
- *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera, Eulophidae): parasita as pupas.
- *Apateticus* sp. (Hemiptera, Pentatomidae): predador de lagartas, pupas e adultos.
- *Alcaeorrhynchus grandis* (Hemiptera, Pentatomidae): predador de lagartas.

4. BESOURO AMARELO

Costalimaita ferruginea vulgata
(Coleoptera: Crysolimnidae)

Danos

Os adultos alimentam-se das folhas, deixando-as perfuradas ou rendilhadas (Figura 23D). Os ataques são mais severos em áreas próximas a canaviais, em razão das larvas se desenvolverem em raízes de gramíneas.

Características

Conhecidos por “vaquinha” e “besouro-amarelo-dos-eucaliptos” (Figura 23E), estes insetos ocorrem nos Estados de Rio Grande do Norte, Pará, Maranhão, Bahia, Goiás, São Paulo e Paraná. Em Minas Gerais, são freqüentes em regiões de cerrados, danificando plantios jovens, devido à migração dos adultos das plantas nativas. As larvas desenvolvem-se no solo e os adultos são besouros de coloração parda-amarelada-brilhante, pequenos, com medida em torno de 5-6 mm de comprimento, alimentando-se das folhas de eucalipto (SANTOS et al., 1996).

Controle

Não há referência específica sobre o controle desta espécie, porém, pode-se pulverizar as plantas com inseticidas fosforados (PEDROSA-MACEDO et al., 1993).

5. OUTRAS PRAGAS

O ataque de pulgões e trips (ou trips) tem aumentado consideravelmente nos plantios de eucalipto nos últimos anos. No entanto, ainda não se sabe quais são as perdas econômicas causadas por estes insetos. Os surtos de pulgões e trips (Figura 22F) também têm sido bastante comuns nas condições de minijardim clonal, principalmente em plantas muito tenras (consequência da aplicação de altas doses de N).

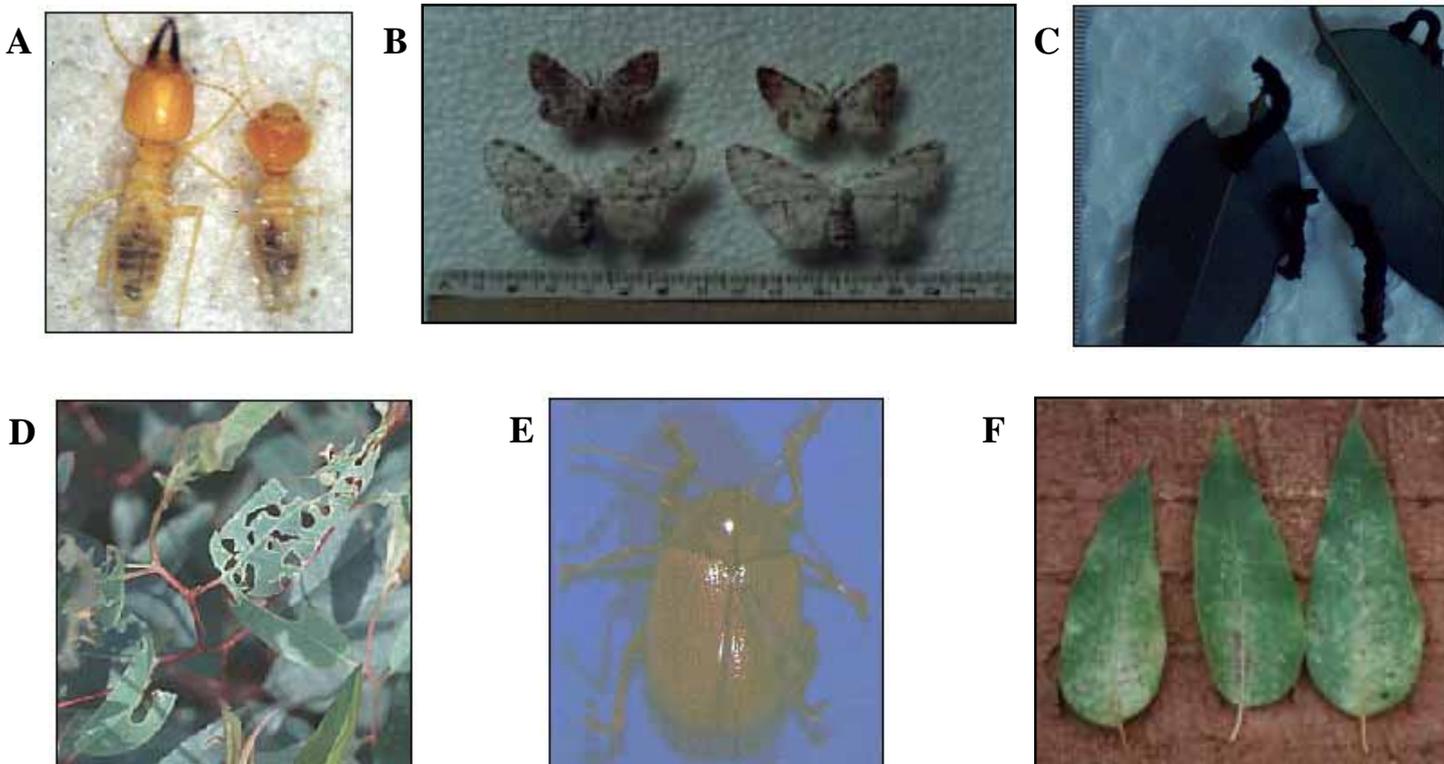


Figura 23. (A) Cupim: Genêro *Synthermes*, Espécie *Molestus*; (B) Adultos de *Thyrinteina arnobia*. (C) Lagarta de *Thyrinteina arnobia*. (D) Danos causados por *Costalimaita ferruginea vulgata*. (E) *Costalimaita ferruginea vulgata*. (F) Sintomas do ataque de trips.

PRINCIPAIS DOENÇAS NA CULTURA DO *Eucalyptus*

1. FERRUGEM

Puccinia psidii

A ferrugem é uma doença que atualmente está causando sérios problemas em plantios jovens, viveiros e jardins clonais de *Eucalyptus*, sendo que fotoperíodo, temperatura e umidade são fatores condicionantes para a ocorrência da doença. A maior importância econômica da ferrugem está relacionada a plantios de campo, enquanto em viveiros é mais facilmente controlada com o uso de fungicidas.

SILVEIRA et al. (1998c) verificaram que a redução de diâmetro e altura em *E. grandis* severamente infestado, aos 12 meses de idade, foi de 35% e 28%, respectivamente, quando comparado com aqueles que não sofreram ataque.

Sintomas

A ferrugem só ataca plantas jovens, com menos de dois anos de idade, sempre em órgãos tenros (primórdios foliares com seus pecíolos, terminais de galhos e haste principal), seja no viveiro ou no campo. Especialmente nos rebentos foliares, os indícios de ataque são minúsculas pontuações na parte inferior da folha, levemente salientes, de coloração verde-clara ou vermelho-amarelada. Após um a dois dias, essas pontuações já são pústulas de uredosporos amarelos. A partir daí, as pústulas aumentam de tamanho e caracterizam-se pela intensa e típica esporulação uredospórica do patógeno, de coloração amarelo-gema de ovo, que aparece nos órgãos atacados (Figura 24A). Os tecidos tenros (brotações, pecíolos) ficam encarquilhados e totalmente tomados pela esporulação (Figura 24B). Esses sintomas começam a desaparecer após duas semanas, aproximadamente.

Controle

No campo, o uso de fungicidas para o controle de *Puccinia psidii* não é economicamente viável. A melhor forma de controle é a seleção de materiais genéticos resistentes. Em viveiros e jardins clonais, o controle de ataques intensos utilizando fungicidas é eficiente, sendo recomendado o uso de mancozeb, oxiclóreto de cobre, triadimenol, diniconazole ou triforine.

2. CANCRO

O cancro do eucalipto é uma das doenças mais importantes de ocorrência no campo, causado por várias espécies de fungos como *Cryphonectria cubensis*, *Valsa ceratosperma* - fase sexuada, *Cytospora spp.* - fase assexuada e *Botryosphaeria ribis*). O cancro de *Cryphonectria cubensis* foi considerado como a principal doença que afetou a cultura do eucalipto no Brasil na década de 70. Trata-se de uma doença de ampla distribuição geográfica, ocorrendo em regiões tropicais do continente americano (KRUGNER, 1980).

Sintomas

Essa doença é caracterizada pela morte dos tecidos da casca, decorrente da ação de vários agentes abióticos e bióticos. Con-

tudo, as condições climáticas parecem ter uma participação maior na manifestação deste tipo de problema, com ligação entre a incidência de certos cancos e as condições adversas ao desenvolvimento da planta.

• ***Botryosphaeria ribis***: Os sintomas típicos da doença ocorrem em plantios jovens, com até dois anos de idade. Caracterizam-se por lesões necróticas nos tecidos do caule, ao longo do tronco e nos ramos, manifestando-se inicialmente pelo escurecimento do tecido da casca e do lenho. Pode haver formação de um calo cicatricial ou mesmo o anelamento, ou seja, a lesão se desenvolve em toda a circunferência do caule, causando morte da parte aérea da planta, sendo freqüentemente observada a formação de gomose na área lesionada (Figuras 25A e 25B). É comum a ocorrência de quebra de fuste pelo vento na altura da região lesionada.

• ***Cryphonectria cubensis***: Em plantios jovens de eucalipto (de cinco meses até 2 anos de idade) podem ocorrer mortes esporádicas associadas a lesões nas regiões basais do caule, próximo ao colo, sem ainda apresentar o sintoma típico do cancro. As plantas jovens, por apresentarem diâmetros reduzidos, podem ser aneladas na sua base pelo cancro, sendo levadas à morte. Já nas plantas que não foram mortas, as lesões vão se desenvolvendo até formar o cancro típico. Nessas lesões é possível a visualização, a olho nu, da esporulação do fungo. Muitas vezes, até aos dois anos de idade não é possível verificar o cancro típico (FERREIRA, 1989).

De uma maneira mais simplificada, a planta responde ao cancro formando uma nova casca, abaixo da infectada. A casca infectada é pressionada para fora do troco, ficando toda trincada, tendendo a se desgarrar do tronco em forma de tiras. Em plantações com mais de dois anos de idade, as lesões mostram-se intumescidas.

O cancro típico é caracterizado por lesão margeada de calos, com a morte do câmbio e de parte da circunferência do tronco, ou seja, trata-se de uma lesão profunda. Os calos são respostas da planta ao patógeno, que impedem o anelamento do tronco pela lesão. A presença desses calos indicam que a planta não morrerá, pois a lesão encontra-se delimitada pelos calos.

Controle

O controle mais recomendado para os cancos causados por *Botryosphaeria ribis* e *Cryphonectria cubensis* seria a utilização de espécies, procedências, progênes ou clones mais resistentes a estes patógenos.

A nutrição das árvores também afeta o desenvolvimento do cancro. É o que mostra, por exemplo, o trabalho de SILVEIRA et al. (1996) que, estudando o efeito do boro sobre a agressividade dos fungos *Botryosphaeria ribis* e *Lasiodiplodia theobromae*, verificaram que a deficiência de boro aumentava a agressividade desses fungos.

3. OÍDIO

O oídio é causado pelo patógeno *Oidium sp.* Esse fungo ataca várias espécies de eucalipto em condições de viveiro, casa

de vegetação e campo. A espécie mais suscetível a essa doença é o *Eucalyptus citriodora*.

Sintomas

Os sintomas aparecem principalmente em gemas e brotações, causando deformidade ou morte das mesmas. Esses sintomas são caracterizados pelo recobrimento das partes afetadas por estruturas de coloração esbranquiçada, pulverulenta, constituídas por micélios e estruturas de reprodução do patógeno, típico dos oídios. Em mudas, o ataque sucessivo causa superbrotamento (Figura 26A), resultando em mudas de baixa qualidade. No campo, a ocorrência de oídio causa perda da dominância apical, afetando a formação de um fuste reto.

Controle

Para o controle da doença em viveiro pode-se fazer aplicação de benomyl mais enxofre molhável. No campo, a doença tende a desaparecer com o desenvolvimento da planta, através da troca da folhagem juvenil pela adulta.

4. MOFO CINZENTO

A doença mofo cinzento é causada pelo patógeno *Botrytis cinerea*, sendo comumente encontrada em canteiros com alta densidade de mudas (700 mudas/m²), sob condições de alta umidade (acima de 70%) e temperaturas amenas (outono e inverno). Embora menos freqüente, essa doença tem surgido nas condições de minijardim clonal. Esse patógeno vive saprofitamente no solo e sua disseminação se dá principalmente pelo vento.

Sintomas

Inicialmente as folhas apresentam-se enroladas, em seguida secam e caem. As partes afetadas apresentam coloração acinzentada (estruturas do patógeno).

A doença afeta os tecidos jovens da parte aérea das mudas, causando morte do ápice ou mesmo a morte da planta, principalmente das mudas mais jovens.

Controle

O controle é feito através do manejo, como redução da densidade das mudas no viveiro, dosagem correta de adubos nitrogenados (para evitar que as folhas fiquem muito tenras) e retirada das folhas infectadas das plantas e também as caídas no solo. Além do manejo, o controle químico pode ser feito com pulverização de thiram, manzate, captan, iprodione ou vinclozolin.

5. MANCHAS FOLIARES DE *Cylindrocladium*

Doença causada pelos fungos *Cylindrocladium candelabrum*, *C. ilicicola*, *C. parasiticum*, *C. pteridis* e *C. quinquesepatum*, comum em viveiros de mudas e em plantações de eucalipto, porém os danos não são tão consideráveis.

Sintomas

Os sintomas causados pela doença caracterizam-se por manchas de forma e coloração variáveis (Figura 26B), o que irá depender de vários fatores como: espécie de *Eucalyptus*, espécie de *Cylindrocladium* e também condições ambientais.

Pode ocorrer intensa desfolha, sendo que os brotos não são atingidos, o que favorece a recuperação das plantas quando as

condições ambientais já não favorecem a ocorrência do patógeno. A presença do patógeno pode também ser observada em ramos, na forma de lesões necróticas escuras recobertas por estruturas de coloração esbranquiçada.

Controle

Pode-se adotar medidas preventivas em caso de viveiros, onde a ocorrência da doença é comum, através de pulverizações com fungicidas cúpricos ou ditiocarbamatos, alternados com benomyl. No caso de plantios, a sugestão é a utilização de materiais genéticos resistentes.

6. TOMBAMENTO DE MUDAS OU “DAMPING-OFF”

O tombamento é causado pelos fungos *Cylindrocladium candelabrum*, *C. clavatum*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. e *Fusarium* spp.

Esses fungos habitam o solo, onde vivem como saprófitas ou na forma de estruturas de repouso, os escleródios, micro-escleródios, clamidósporos e oósporos, dependendo de cada espécie. Os propágulos desses fungos são disseminados através da água da chuva ou irrigação, vento ou partículas de solo aderidas a suplementos agrícolas, sendo que em ambientes com alta umidade favorecem a ocorrência de tombamento.

Sintomas

O ataque compromete as sementes em germinação, afetando os tecidos tenros. Ocorre inicialmente no colo da plântula, podendo se estender ao hipocótilo, com aspecto inicial de encharcamento evoluindo para uma coloração escura, com posterior tombamento e morte da muda. Dependendo da idade da muda pode ocorrer murcha, enrolamento e seca dos cotilédones e das primeiras folhas, porém, esses sintomas são considerados secundários.

Em canteiros novos, quando semeados a lanço, é comum a ocorrência da doença em reboleiras, o que é menos freqüente em canteiros com tubetes suspensos, pois a distância entre as mudas é maior.

Controle

Por ser uma doença causada por patógenos do solo, o risco de ataque desses fungos aumenta para o caso de semeaduras feitas em sementeiras para posterior repicagem. Esse problema pode ser evitado com o uso da semeadura direta em tubetes suspensos. Porém, cabe ressaltar que a água de irrigação e o substrato devem estar livres de inóculos dos patógenos. O uso de brita como material de cobertura do solo do viveiro evita a contaminação. Ainda em relação ao substrato, este deve apresentar boa drenagem.

Pode-se usar fungicidas através da água de irrigação ou em pulverizações sobre o substrato e/ou mudas, variando a periodicidade conforme a necessidade. Para o controle de *Pythium* e *Phytophthora* é recomendável o uso de metalaxyl, e para *Rhizoctonia*, uma combinação de captan com um ditiocarbamato (maneb, zineb ou thiram). Para *Cylindrocladium* ou *Fusarium* pode-se usar benomyl juntamente com captan ou thiram.

Outro método de desinfestação do substrato é o emprego de vapor de água a uma temperatura de 80-90°C, por volta de 7 a 8 horas, ou secagem ao sol.

7. PODRIDÃO DE RAIZ

Essa doença é comum em condição de má drenagem do substrato, que acaba favorecendo a infecção das raízes por *Phytophthora* e *Pythium*.

Sintomas

As raízes morrem, ficando com coloração marrom-escura.

Controle

O controle é feito com o uso de substratos leves (baixa densidade dos componentes) e da adequação da irrigação às características físicas do substrato, de modo que estes fiquem bem drenados, sem excesso de água.

O controle químico da podridão de raiz é similar ao controle do tombamento.

8. PODRIDÃO DE ESTACAS E MINIESTACAS

A podridão de estacas pode ser causada por *Cylindrocladium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Botryosphaeria ribis* e *Colletotrichum* sp. Essa doença foi problemática quando se utilizavam macroestacas provenientes de macrojardim clonal em condições de campo. Com a evolução dos jardins clonais em campo para os minijardins clonais, tem-se verificado reduções na ocorrência desta doença devido à utilização de soluções nutritivas e fertirrigações sistemáticas, que permitiram melhor estado nutri-

cional das miniestacas em relação às macroestacas e ao uso de areia e substratos inertes no processo de produção em vez de solo, que é fonte de propágulos.

Na maioria das vezes, a ocorrência de podridão em miniestacas se deve a desequilíbrios nutricionais e não ao ataque de patógenos. Um nutriente que está bastante associado a estas podridões é o cálcio, quando em deficiência.

Sintomas

O sintoma da podridão é caracterizado por uma lesão escura na base da estaca, a qual progride para o ápice, causando morte das gemas e impedindo o enraizamento (Figura 26C). Podem ser encontradas as estruturas dos diferentes patógenos relacionados à doença: frutificações branco-cristalinas de *Cylindrocladium*, estruturas marrom-avermelhadas de *Fusarium*, pontuações escuras (picnídios) de *B. ribis* ou acérvulos de *Colletotrichum* com ou sem massa alaranjada.

Controle

Quando é causada por patógenos, recomenda-se o uso de hipoclorito de sódio e/ou fungicidas nos materiais envolvidos na produção de estacas, ou seja, as estacas, as caixas e os recipientes devem ser tratados, e a casa de vegetação, após um ou dois ciclos, receber tratamento com hipoclorito de sódio e sulfato de cobre. No entanto, se a podridão de miniestacas estiver associada à carência de cálcio, sugere-se a aplicação foliar de cloreto de cálcio na dose de 3 a 5 g.L⁻¹ (FIRME et al., 2000).

A



B



Figura 24. (A e B) Ferrugem do eucalipto.

A**B**

Figura 25. (A e B) Cancro causado por *Botryosphaeria ribis* em *E. citriodora*.

A**B****C**

Figura 26. (A) Oídio em *E. citriodora*. (B) Manchas foliares causadas por *Cylandrocladium* spp. (C) Podridão de estacas em clone de *E. grandis*.

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros Rubens Mazilli Louzada e Alberto Jorge Laranjeiro, da Equilíbrio Proteção Florestal S/C Ltda., pela concessão das fotos de pragas do programa INFOSECTA/IPEF.

LITERATURA CONSULTADA

- ANDRADE, A.M.; VITAL, B.R.; BARROS, N.F.; DELLA LUCIA, R.M.; CAMPOS, J.C.C.; VALENTE, D.F. Efeitos da fertilização mineral e da calagem do solo na produção e na qualidade da madeira de eucalipto. **Revista Árvore**, v.18, n.1, p.69-78, 1994.
- ARAÚJO, E.F. **Monitoramento nutricional em plantios de eucalipto na Bahia Sul Celulose – Análise Foliar**. Relatório Técnico de Pesquisa da Bahia Sul, 2000. 22p. (não publicado).
- ARAÚJO, E.F.; SOUZA, A.J.; SILVEIRA, R.L.V.A. Método da matriz para avaliação nutricional de clones de *Eucalyptus* na região sul da Bahia. In: FERTIBIO 2000, Santa Maria, 2000. **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBSC, 2000. (CD-Rom).
- ASSIS, T.F.; ROSA, O.P.; GONÇALVES, S.I. Propagação clonal de *Eucalyptus* por microestaquia. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., Nova Prata, 1992. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p.824.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: ATTIWILL, P.M.; ADAMS, M.A. (eds.). **Nutrition of Eucalyptus**. CSIRO Australia, 1996. p.335-355.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (eds). **Relação Solo- Eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. cap.4. p.127-86.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; LEAL, P.G.L. Fertilizing eucalypt plantations on the Brazilian savannah soils. **South African Forestry Journal**, v.160, p.7-12, 1992.
- BÉLANGER, R.R.; BOWEN, P.A.; EHRET, D.L.; MENZIES, J.G. Soluble Silicon: Its Role in Crop and Disease Management of Greenhouse Crops. **Plant Disease**, v.79, n.4, p.329-35, 1995.
- BELLOTTE, A.F.J. Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) em função da idade. Piracicaba, 1979. 129p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BELLOTE, A.F.J.; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *Eucalyptus grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Boletim Pesquisa Florestal**, v.26/27, p.17-65, 1993.
- BERTI FILHO, E.; MARICONI, F.A.M.; WILCKEN, C.F.; DIETRICH, C.R.R.C.; COSTA, W.A.; CHAVES, L.E.L.; CERIGNONI, J.A. **Manual de pragas em florestas: cupins ou termitas**. Piracicaba: IPEF/SIF, 1993. v.3. 56p.
- BOUCHARDET, J.A.; SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; RIBEIRO, F.A. Crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em função da relação C/N do substrato. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, Piracicaba, 1999. Piracicaba: IPEF, 1999. (CD-Rom)
- CAMARGO, M.A.F. Matéria seca, concentração e conteúdo de macronutrientes em mudas de clones de eucalipto, em função da idade. Piracicaba, 1997. 94p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y.K. **Produção de propágulos vegetativos (por enraizamento de estacas) de Eucalyptus spp. em viveiro**. Aracruz: Aracruz Florestal S.A., 1983. 16p.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y.K. Production of vegetative propagules of *Eucalyptus* spp. by rooting of cuttings. In: **Florestas plantadas nos neotrópicos como fonte de energia**. Viçosa: UFV, 1985. p.60-7.
- CARVALHO, P.L.P.T.; MOREIRA, A.M.; SOUZA, A.J.; BERTOL, R.; MAGNAGO, J.M.; BUFFON, J.B.; AZEVEDO, J.A. Jardim clonal como área de multiplicação de estacas na Bahia Sul Celulose S/A. In: SIMPÓSIO IPEF, 2., São Pedro, 1991. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1991. p.71-5.
- CHÉRIF, M.; BÉLANGER, R.R. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Phythium ultimum* on long English cucumber. **Plant Disease**, v.76, p.1008-1011, 1992.
- DELL, B.; MALAJACZUK, N.; GROVE, T.S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1995. 104p.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, v.50, p.641-664, 1999.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 590p.
- FIRME, D.J.; HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; LEITE, F.P.; GONÇALVES, A.N. Efeito da pulverização de cloreto de cálcio no enraizamento das miniestacas de *Eucalyptus* spp. In: FERTIBIO 2000 - Biodinâmica do solo. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., Santa Maria, 2000. **Resumos...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000c. (CD-Rom).
- FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 512p.
- GALO, M.V. Resposta do eucalipto à aplicação de potássio em solo de cerrado. Viçosa, 1993. 40p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- 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.84-94, 1997.
- GOMES, F.S.; PESSOTTI, J.E.S.; PACHECO, R.M. Exportação de nutrientes por clones de *Eucalyptus urophylla*, em três unidades de solo no Vale do Rio Jari. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997. v.3. p.209-14.

- GONÇALVES, J.L.M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, Pinus e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v.15, p.1-23, 1995.
- GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para a produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1966. **Resumos...** Águas de Lindóia: SBCS, 1996. (CD-Rom).
- GONÇALVES, J.L.M.; RAIJ, B. VAN; GONÇALVES, J.C. Florestas. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas/Fundação IAC, 1996. p.245-259.
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de *Eucalyptus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000a. p.192-215.
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; MOREIRA, A. Nutrição mineral em mudas de *Eucalyptus grandis*: crescimento, produção de matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em função da idade. **Relatório de pesquisa parceria Siderúrgica Barra Mansa e RR Agroflorestal**, 1998. 21p. (dados não publicados).
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BASSO, L.M.H.; GOUVÊA, C.F. Efeito da aplicação de nitrogênio e do ácido indol butírico no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus*. **Relatório da disciplina LBO 719: Fisiologia do Crescimento**, ESALQ, USP, 1999. 15p. (Dados não publicados).
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; FIRME, D.J.; LEITE, F.P.; GONÇALVES, A.N. Influência do estado nutricional da minitouça no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus* spp. In: FERTIBIO 2000, Santa Maria, 2000. **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBSC, 2000b. (CD-Rom).
- HIGGS, M.L.; RUDMAN, P. The effects of fertilizing and thinning on wood properties of *E. regnans*. **Appita**, v.27, n.1, p.51-55, 1973.
- KRUGNER, T.L. Doenças do eucalipto. In: GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.O.N.; SALGADO, C.L.; KRUGNER, T.L.; BERGAMIN, A. (eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. v.2, p.275-296.
- KRUGNER, T.L.; AUER, C.G. Doenças do eucalipto. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1997. p.358-375.
- LARANJEIRO, A.J. Manejo integrado de formigas cortadeiras na Aracruz Celulose. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO NO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS, 3., Piracicaba, 1994. Piracicaba: IPEF, 1994. p.28-33.
- LOECK, A.E.; NAKANO, O. Efeito de novas substâncias visando o controle de saúveiros novos de *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Hymenoptera - Formicidae). **O Solo**, v.1, p. 25-30, 1984.
- MALAVOLTA, E. Essências Florestais: Eucalipto e Pinus. In: MALAVOLTA, E. **Manual de Calagem e Adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. cap.10, p.376-96.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARTINS, L.G.C.; VALLE, C.F.; BARROS, N.F. Efeitos da aplicação do lodo da indústria de papel e celulose sobre características do solo e sobre a biomassa de raízes de eucalipto. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997. v.3. p.169-73.
- MELO, H.A. **Efeitos da adubação mineral sobre as qualidades da madeira**. Piracicaba: Relatório Técnico IPEF/ESALQ, 1999. 29p.
- MORAIS, E.J. O uso do boro em plantios de eucalipto na região norte e noroeste de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE O USO DO BORO EM FLORESTAS DE EUCALIPTO, 2., Piracicaba, 1999. **Trabalhos...** Piracicaba: IPEF, 1999. p.2-45.
- MUNIZ, M.R.A.; KRUGNER, T.L.; SILVEIRA, R.L.V.A. **Influência do estado nutricional do hospedeiro sobre a severidade da ferrugem do eucalipto causada por *Puccinia psidii***. Relatório de pesquisa, 1997. 18p. (trabalho não publicado).
- PEDROSA-MACEDO, J.H.; BERTI FILHO, E.; SANTOS, H.R.; COSTA, E.C.; MARQUES, E.N.; PERES FILHO, O.; MUELLER, J.A.; ROCHA, M.P.; PIETROWSKI, V.; NASCIMENTO, E.N.; SILVA, L.K.F. **Pragas florestais do Sul do Brasil**. Viçosa: IPEF-SIF, 1993. 112p.
- PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C.; LEAL, P.G.L.; TEIXEIRA, N.C.S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, v.15, n.1/2, p.8-16, 1984.
- PREZOTTI, L.C. Nível crítico de potássio no solo para a produção de mudas de eucalipto. Viçosa, 1985. 58p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. 3.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 142p.
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades em Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.11, n.1, p.1-15, 1987.
- SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V. A cultura do Eucalipto. I. Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v.18, n.185, 1996.
- SCATOLINI, F.M.; FIRME, D.J.; GARCIA, C.H.; GOMES, F.P.; CAMARGO, F.R. Parcelamento da adubação potássica em *E. grandis* em áreas de reforma da Votorantim Celulose e Papel. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Trabalhos...** Piracicaba: SBCS/SLCS, 1996. (CD-Rom).
- SGARBI, F.; BRITO, J.O.; SILVEIRA, R.L.V.A. **Características químicas, físicas e dimensões das fibras da madeira juvenil de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* cultivado na omissão de macronutrientes e boro em solução nutritiva**. Relatório Técnico IPEF/ESALQ, Piracicaba, 1999a. 29p.

- SGARBI, F.; SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; PAULA, T.A.; MOREIRA, A.; RIBEIRO, F.A. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, Piracicaba, 1999. Piracicaba: IPEF, 1999b. (CD-Rom).
- SILVA, C.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; CAMARGO, F.R.A.; HIGASHI, E.N.; PATROCÍNIO, D.D. Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio sobre o desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* e sua relação com a ocorrência da ferrugem (*Puccinia psidii*). In: FERTIBIO 2000, Santa Maria, 2000. **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBSC, 2000. (CD-Rom).
- SILVEIRA, R.L.V.A. Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden cultivadas em solução nutritiva. Piracicaba, 2000. 169p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; BRANCO, E.F. **Avaliação e possível influência do estado nutricional de florestas de *Eucalyptus* spp. na predisposição à ocorrência de *Thyrinteina arnobia*.** Piracicaba: PCMIP/IPEF, 1995. 49p. (Relatório de projeto).
- SILVEIRA, R.L.V.A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.91, 2000. 12p. (POTAFOS. Encarte Técnico, 12)
- SILVEIRA, R.L.V.A.; ARAÚJO, E.F. SOUZA, A.J. Avaliação do estado nutricional de clones de *Eucalyptus* na região sul da Bahia. In: FERTIBIO 2000 - Biodinâmica do solo. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., Santa Maria, 2000. **Resumos...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000a. (CD-Rom).
- SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N.; KRUGNER, T.L. Estado nutricional de *Eucalyptus citriodora* Hook cultivado sob diferentes doses de boro e sua relação com a agressividade de *Botryosphaeria ribis*. **Scientia Forestalis**, n.53, p.57-70, 1998a.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; MOREIRA, A. **Monitoramento Nutricional na Lwarcel.** Relatório de Assessoria e Pesquisa, 1999. 62p. (trabalho não publicado).
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; POMPERMAYER, P.N. **Monitoramento Nutricional na Siderúrgica Barra Mansa.** Relatório de Pesquisa e Assessoria, 1998b. 92p. (trabalho não publicado).
- SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E.F.; SHIBATA, F. Absorção de macronutrientes pelas mudas de *E. grandis* em condição de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos expandidos...** Viçosa: SBSC, 1995a. p.839-41.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E.F.; SHIBATA, F. Absorção de micronutrientes pelas mudas de *E. grandis* em condição de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos expandidos...** Viçosa: SBSC, 1995b. p.842-45.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, J.L.M.; GONÇALVES, A.N.; BRANCO, E.F. **Levantamento e estudo do mercado de fertilizantes em florestas brasileiras.** Relatório técnico, IPEF, 1995c. 117p. (trabalho não publicado).
- SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N.; SILVEIRA, R.I.; BRANCO, E.F. Levantamento do estado nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* da região de Itatinga-SP. I - Macronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1995, Viçosa. **Resumos expandidos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995d. v.2, p.896-898.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; CAMARGO, F.R.A.; SILVA, C.R. **Resultados Preliminares do Projeto “Influência do Estado Nutricional do *Eucalyptus* na Predisposição à Ocorrência da Ferrugem (*Puccinia psidii*).** Relatório Técnico, 1998c. 44p. (dados não publicados).
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000b. p.80-104.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; KRUGNER, T.L.; SILVEIRA, R.I.; GONÇALVES, A.N. Efeito de boro na suscetibilidade de *Eucalyptus citriodora* a *Botryosphaeria ribis* e *Lasioidiplodia theobromaee*. **Fitopatologia Brasileira**, v.2, n.4, p.482-485, 1996.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; SILVEIRA, R.I.; GONÇALVES, A.N.; BRANCO, E.F. Nutrition survey of the *Eucalyptus* Forests in the surroundings of Itatinga, SP, Brazil. II. Micronutrients. In: SCHULTE, A. & RUHIYAT (eds.). **Soil and Plantation Forestry.** Samarinda, Indonesia: ISSS, AISS, IBG, 1995e. p.73-83.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; LUCA, E.F.; CHALITTA, L.V.A.S.; HIGASHI, E.N.; LUZ, H.F. **Nutrição mineral em viveiro de *Eucalyptus grandis*: produção de matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em função da idade.** Relatório de pesquisa da Eucatex, 2000c. 21p. (dados não publicados).
- STAPE, J.L.; GOMES, A. do N.; ASSIS, T.F. de. Estimativa da produtividade de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* no nordeste do Estado da Bahia-Brasil em função das variabilidades pluviométrica e edáfica. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997. v.3, p.192-98.
- VALERI, S.V.; ISMAEL, J.J.; TORRES, R.M.; CORRADINI, L. Efeito do potássio no crescimento e idade de corte de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em areia quartzosa e latossolo vermelho escuro. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Trabalhos...** Piracicaba: SBSC/SLCS, 1996. (CD-Rom).
- VALERI, S.V.; CORRADINI, L.; AGUIAR, I.V. Efeitos de níveis de NPK e calcário dolomítico na produção volumétrica de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Científica**, v.19, n.1, p.63-70, 1991.
- VITTI, G.C.; OLIVEIRA, F.A.; PRATA, F.; OLIVEIRA Jr., J.A.; FERRAGINE, M.C.; SILVEIRA, R.L.V.A. **Silício no solo e na planta.** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1997. 90p.
- XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Miniestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.20, p.9-16, 1996.