

RENATO LUIZ GRISI MACEDO

Avaliação Holística da Fase Juvenil do Teste
de Introdução de Espécies de *Eucalyptus* na
Baixada Cuiabana Mato Grosso

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do Grau e Título de Doutor em Ciências Florestais.

CURITIBA — PR

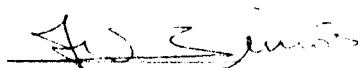
1 9 9 1

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

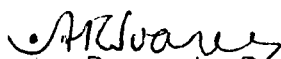
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Tese de Doutorado apresentada pelo candidato RENATO LUIZ GRISI MACEDO, sob o título "AVALIAÇÃO HOLÍSTICA DA FASE JUVENIL DO TESTE DE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE Eucalyptus NA BAIXADA CUIABANA, MATO GROSSO." para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração: SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Tese completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de DOUTOR EM CIÊNCIAS FLORESTAIS.

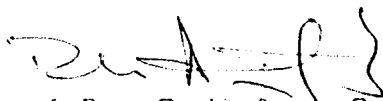
Curitiba, 03 de outubro 1991



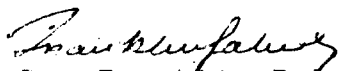
Prof. Dr. João Walter Simões
Primeiro Examinador



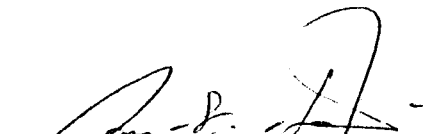
Prof. Dr. Antonio Resende Soares
Segundo Examinador



Prof. Dr. Rudi Arno Seitz
Terceiro Examinador



Prof. Dr. Franklin Galvão
Quarto Examinador



Prof. Dr. Ronaldo Viana Soares
Presidente da Banca Examinadora

Aos meus pais

Herval e Maria Thereza,
que muito contribuíram
para minha formação,
meu reconhecimento.

À compreensão e força
da minha esposa Ilma Eliza
e, à esperança e alegria contagiante
das minhas filhas Líria e Sâmara.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor-orientador RONALDO VIANA SOARES, pela grande serenidade emanada na confiança depositada, na segurança transmitida e na amizade durante todo o desenvolver do curso.

Ao comitê de orientação, constituído pelos professores Antônio Rezende Soares, Franklin Galvão e Nelson Ventorim, pela orientação, incentivo, apoio e amizade.

Aos professores Ruben Delly Veiga (ESAL) e Maria de Fátima Barbosa Coelho (UFMT) pela orientação e sugestões no que se refere à parte estatística e de processamento de dados deste trabalho e amizade.

Aos professores José Holanda Campelo Júnior e Eduardo Guimarães Couto, da UFMT, pelas orientações e sugestões quanto aos aspectos climáticos e edáficos respectivamente, relacionados ao presente trabalho.

Aos pesquisadores da ESAL, Daniel Cassetari Neto e Francisco Assis Braga, pelas orientações e sugestões quanto aos aspectos fitossanitários e nutricionais respectivamente,

relacionados ao presente trabalho e amizade.

Aos professores do setor de Fitotecnia do curso de Agronomia da UFMT, em especial Ivo Pereira de Camargo, por assumirem os meus encargos didáticos durante o desenvolvimento do curso de Pós-Graduação.

À professora Sueli Amalia Pinto (UFMT) pela colaboração na instalação e condução do experimento.

Ao estudante-monitor do curso de Agronomia-UFMT, Marcelo Lima de Souza, cuja colaboração na instalação, condução, avaliação do experimento; tabulação, ordenamento e datilografia dos dados experimentais foram essenciais ao sucesso deste trabalho; além da grande amizade.

À Universidade Federal do Paraná - Curso de Pós-Graduação de Engenharia Florestal pela oportunidade oferecida e, aos seus professores pelos conhecimentos transmitidos.

À CAPES e CNPq, pelo auxílio financeiro durante o desenvolvimento do curso.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pelo convívio e amizade.

À esposa Ilma Eliza e filhas Líria e Sâmara, pela compreensão, paciência, amizade, esperança, estímulos e incentivos aos nossos ideais, pela renúncia de nossa presença e pelo amor e carinho que muito contribuíram para o triunfo dessa jornada.

À todos aqueles que de algum modo tenham contribuído para a realização deste trabalho.

A DEUS, por todas as graças e benefícios concedidos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

RENATO LUIZ GRISI MACEDO, filho de Herval Zamprogno de Macedo e Maria Thereza Grisi de Macedo, nasceu em Campinas-SP, a 28 de abril de 1957:

- Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (1978-1982).
- Engenheiro Florestal pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (1980-1985).
- Mestre em Agronomia, área de concentração Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (1983-1985).
- Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração Silvicultura pela Universidade Federal do Paraná (1986-1991).
- Professor de Fitotecnia - Plantas Tropicais e Agrosilvicultura do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso desde 1986.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Introdução das espécies	4
2.1.1. Fatores climáticos	5
2.1.1.1. Sistema ecológico de classificação de zonas de vida	7
2.1.1.2. Balanço hídrico	8
2.1.2. Fatores edáficos	12
2.1.2.1. Considerações sobre a capacidade de uso dos solos da Depressão Cuiabana	13
2.2. Parâmetros e características de avaliação do com- portamento das espécies	15
2.3. Competição e dinâmica do crescimento	16
2.4. Sobrevivência	19

2.5. Resistência aos agentes bióticos e abióticos des- favoráveis	21
2.5.1. Resistência aos insetos	21
2.5.2. Resistência às doenças	22
2.5.3. Resistência à seca	25
2.6. Vigor vegetativo das plantas	29
2.7. Forma de tronco	30
2.8. Tendência para desrama natural	31
2.9. Avaliação do estado nutricional	32
2.9.1. Importância dos nutrientes minerais	39
2.10. Caracterização das espécies de eucalipto utiliza- das	40
3. MATERIAL E MÉTODOS	57
3.1. Localização	57
3.2. Descrição do solo	57
3.3. Vegetação do local de introdução das espécies	59
3.4. Análise das condições climáticas	59
3.4.1. Considerações climáticas da região de intro- dução	60
3.4.2. Considerações climáticas das regiões de pro- cedência	61
3.5. Escolha de espécies para o teste de introdução	63
3.6. Sementes, ...	65
3.7. Produção das mudas	66
3.8. Avaliações das mudas	66

3.9. Preparo do solo, adubação, plantio e tratos culturais	67
3.10. Avaliações realizadas	67
3.10.1. Porcentagem de sobrevivência	68
3.10.2. Altura da planta (AP)	68
3.10.3. Diâmetros do fuste	68
3.10.4. Área de projeção da copa (APC)	69
3.10.5. Desrama natural (NG)	69
3.10.6. Forma do fuste (FT)	69
3.10.7. Resistência a seca (RS)	70
3.10.8. Resistência das espécies às doenças no campo (ID)	71
3.10.9. Resistência aos insetos (IAP)	72
3.10.10. Nível de deficiência nutricional (DN)	72
3.10.11. Vigor vegetativo (VV)	73
3.10.12. Levantamento do estado nutricional	74
3.10.13. Volume cilíndrico/ha	75
3.11. Avaliação de evolução do crescimento	76
3.12. Avaliação holística	76
3.13. Delineamento experimental	77
3.14. Análises estatísticas	78
3.15. Transformação dos dados	79
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
4.1. Análise das condições climáticas	81

4.1.1. Comparações das condições climáticas durante os anos de experimentação	81
4.2. Avaliação das mudas na fase de viveiro	83
4.2.1. Porcentagem de plantas vivas	84
4.2.2. Altura das plantas	86
4.2.3. Diâmetro do colo	87
4.2.4. Relação altura da planta/diâmetro do colo.	87
4.3. Avaliações após o plantio	88
4.3.1. Porcentagens de sobrevivência	88
4.3.2. Diâmetro do colo	91
4.3.3. Altura da planta	93
4.3.4. Diâmetro a altura do peito (DAP)	98
4.3.5. Relação altura da planta/diâmetro a altura do peito	103
4.3.6. Área de projeção de copas	104
4.3.7. Volume cilíndrico por hectare (VOL)	110
4.3.8. Índice de severidade de doenças (I.D.) ...	114
4.3.8.1. Porcentagem de árvores com cancro	116
4.3.8.2. Porcentagens de árvores com seca de ponteiros no terço apical das copas	118
4.3.9. Resistência aos insetos (IAP)	119
4.3.10. Resistência à seca (RS)	122

	Página
4.3.11. Formas de fustes (FT)	123
4.3.12. Desrama natural (NG)	125
4.3.13. Vigor vegetativo (VV)	127
4.4. Avaliações nutricionais	129
4.4.1. Dinâmica da fertilidade dos solos das par- celas experimentais	129
4.4.2. Análises de textura dos solos	136
4.4.3. Nível de deficiência nutricional (DN)	137
4.4.4. Concentrações foliares de nutrientes	139
4.4.4.1. Concentrações foliares de nitro - gênio (AFN)	139
4.4.4.2. Concentrações foliares de fósforo (AFP)	142
4.4.4.3. Concentrações foliares de potás - sio (AFK)	145
4.4.4.4. Concentrações foliares de cálcio (AFCa)	147
4.4.4.5. Concentrações foliares de magné - sio (AFMg)	149
4.4.4.6. Concentrações foliares de en- xofre (AFS)	151
4.4.4.7. Concentrações foliares de boro (AFB)	153
4.4.4.8. Concentrações foliares de zin- co (AFZn)	155

4.4.4.9. Concentrações foliares de ferro (AFFe)	157
4.4.4.10. Concentrações foliares de manganês (AFMn)	160
4.4.4.11. Concentrações foliares de cobre (AFCu)	162
4.4.5. Avaliação do "status" nutricional	164
4.5. Avaliação holística	171
4.6. Efeitos significativos para blocos	173
4.7. Coeficientes de variação (CV %)	174
4.8. Correlação entre as características avaliadas ..	175
4.9. Correlações entre as épocas de avaliação	181
5. CONCLUSÕES	184
6. SUMMARY	186
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	189
APÊNDICE	204

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Níveis de concentrações de nutrientes foliares para <i>Eucalyptus grandis</i> para as condições da África do Sul. (adaptada de SCHONAU)	38
2	Teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura do eucalipto. (adaptada de MALAVOLTA et alii)	38
3	Correspondentes zonas de vida, pisos altitudinais para as regiões de procedências em função da altitude biotemperatura e precipitação	62
4	Comparações entre as médias das características avaliadas na fase de viveiro (porcentagem de sobrevivência (%), altura da planta (m), diâmetro do colo (cm) e relação altura da planta/diâmetro do colo (m/cm), para as espécies de eucalipto. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	85

Quadro

Página

5	Comparações entre as médias de porcentagem de sobrevivência das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	90
6	Comparações entre as médias de diâmetro do colo das plantas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	91
7	Médias dos incrementos de diâmetro do colo (DC, em cm) das plantas das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	93
8	Comparações entre as médias de altura das plantas (m) das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	94
9	Média dos incrementos de altura das plantas (AP, em metros) das plantas das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	98
10	Comparações entre as médias de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm, das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	99

Quadro		Página
11	Comparações entre as médias de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm, das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	102
12	Médias da relação altura da planta/diâmetro a altura do peito para as espécies de eucalipto, envolvendo os anos 1, 2 e 3 de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.....	104
13	Comparação entre as médias da área de projeção de copas (m^2) das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	105
14	Comparações entre as médias dos incrementos de área de projeção de copas (APC) em m^2 , das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	109
15	Comparações entre as médias de volume cilíndrico por hectare (m^3/ha) das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991 .	111
16	Comparações entre as médias de volume cilíndrico por hectare (m^3/ha) das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	114
17	Valores do teste Kruskal-Wallis e as respectivas médias dos índices de doença das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação	115

Quadro		Página
18	Médias das porcentagens de árvores das espécies de eucalipto atacadas por <i>Criphonectria cubensis</i> , correspondentes a última avaliação. Baixada Cuiabana, 1991	118
19	Comparações entre as porcentagens médias de árvores de eucalipto com seca de ponteiros no terço apical das copas, referentes à avaliação do ano 3. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	119
20	Comparações entre as médias de graus de resistência a insetos das espécies de eucalipto, referentes aos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	120
21	Comparações entre as médias de graus de resistência aos insetos das espécies de eucaliptos testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	121
22	Comparações entre as médias dos níveis de resistência a seca apresentados pelas espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	123
23	Médias de formas de fustes (%) das árvores das espécies de eucalipto avaliadas no ano 3. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	125
24	Comparações entre as médias de número de galhos inseridos ao fuste principal, até 1,30 m de altura, das espécies de eucalipto nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	126

Quadro		Página
25	Comparações entre as médias de vigor vegetativo das espécies de eucalipto, referentes aos anos de avaliação da experimentação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	128
26	Comparações entre as médias de vigor vegetativo das espécies de eucaliptos testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	129
27	Comparações entre as médias dos resultados das análises de fertilidade das amostras de solo, referentes aos anos 1, 2 e 3 da experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	130
28	Média dos resultados das análises de fertilidade das amostras de solos coletadas na projeção das copas das árvores de oito espécies de eucalipto introduzidas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	132
29	Comparações entre as médias de níveis de deficiência nutricional das espécies de eucalipto, correspondentes aos anos de avaliação da experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.	138
30	Comparações entre as médias de níveis de deficiência nutricional das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991 ...	138
31	Comparações entre as concentrações de nitrogênio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	140

Quadro		Página
32	Comparações entre as concentrações de fósforo (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação da Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	143
33	Comparações entre as concentrações médias de potássio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	146
34	Comparações entre as concentrações de cálcio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação da Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	148
35	Comparações entre as concentrações de magnésio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação da Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	150
36	Comparações entre as concentrações de Boro (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação da Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	152
37	Comparações entre as concentrações de Zinco (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação da Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	154
38	Concentrações médias de enxofre (%) nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	157

Quadro

Página

39	Comparações entre as concentrações médias de ferro (ppm) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	158
40	Comparações entre as concentrações de manganês (ppm) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	161
41	Comparações entre as concentrações médias de cobre (ppm) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	163
42	Avaliação do "status" nutricional das espécies de <i>Eucalyptus</i> em função das concentrações foliares médias de nutrientes	165
43	Valores de escores absolutos decrescentes (de 8 até 1) em função da posição relativa ocupada pelas espécies de eucalipto nas avaliações das respectivas características consideradas no estudo de introdução de espécies de eucaliptos na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	172
41A	Crescimento e sobrevivência de diferentes espécies de eucalipto, em vários locais, até a idade de 3,5 anos	205

Quadro		Página
2A	Especificações pertinentes aos lotes de sementes utilizadas no ensaio. Baixada Cuiabana-MT, 1987	208
3A	Resultados das análises de sementes utilizados no ensaio. Baixada Cuiabana-MT, 1987	208
4A	Resultados das análises de fertilidade utilizados na classificação dos solos. Baixada Cuiabana-MT, 1991	20
5A	Resultados das análises de textura (%) utilizados na classificação dos solos. Baixada Cuiabana-MT, 1991	209
6A	Cálculos percentuais de terra fina (T.F.) e cascalho utilizados na classificação dos solos. Baixada Cuiabana-MT, 1991	209
7A	Resultados das análises de textura dos solos dos blocos experimentais, realizadas na ocasião da última avaliação. Baixada Cuiabana-MT, 1988	210
8A	Resultados das análises de solo dos blocos experimentais, coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, realizadas na ocasião da última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	211
9A	Balanço hídrico para a região procedência de Anhembí-SP	212
10A	Balanço hídrico para a região procedência de Itatinga-SP	212

Quadro		Página
11A	Balanço hídrico para a região procedência de Mogi-Guaçu-SP	213
12A	Balanço hídrico para a região procedência de Rio Claro-SP	213
13A	Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao período de 1970 a 1989, para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm	214
14A	Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao ano de 1988 (ano 1), para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm	214
15A	Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao ano de 1989 (ano 2), para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm	215
16A	Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao ano de 1990 (ano 3), para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm	215
17A	Resumo de algumas informações tiradas dos balanços hídricos das regiões procedência (Itatinga, Rio Claro, Mogi-Guaçu, Anhembi) e de introdução (Cuiabá)	216
18A	Resumo de algumas informações tiradas dos balanços hídricos de Cuiabá, referentes aos anos de experimentação (1988, 1989, 1990)	217

Quadro		Página
19A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para porcentagem de sobrevivência (%), altura da planta (m), diâmetro do colo (cm) e relação altura-da planta/diâmetro do colo das espécies de eucalipto, avaliadas na fase de viveiro. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	218
20A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação de características silviculturais das espécies de eucalipto, referentes às épocas de replantio, anos 1, 2 e 3 de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	218
21A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de diâmetro do colo (DC, em cm) das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	219
22A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de altura das plantas (AP, em metros) das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	219
23A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação das características ecológicas/silviculturais das espécies de eucalipto, referentes aos anos 1, 2 e 3 de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	220

Quadro

Página

24A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de diâmetro a altura do peito (DAP, em cm) das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	221
25A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de área de projeção de copas (APC, em m ²) das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	221
26A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de volume cilíndrico por hectare (vol = m ³ /ha) das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	222
27A	Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagens médias de árvores de espécies de eucalipto atacadas por <i>Cripho-nectria cubensis</i> correspondente a última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	222
28A	Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagens médias de árvores de espécies de eucalipto com seca de ponteiros no terço apical, correspondente a última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	223
29A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação das formas de fustes (%) das árvores das espécies de eucalipto, avaliadas no ano 3. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991 ...	224

Quadro		Página
30A	Resumo das análises de variância e coeficiente de variação referentes as análises de fertilidade, envolvendo anos 1, 2 e 3 de avaliações. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991	225
31A	Resumo das análises de variância e coeficiente de variação referentes as análises foliares das espécies de eucalipto envolvendo os anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.	226
32A	Correlações entre as características avaliadas após o primeiro ano de experimentação	227
33A	Correlações entre as características avaliadas no ano 2. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.	228
34A	Correlações entre as características avaliadas no ano 3. Baixada Cuiabana, MT, 1991	229
35A	Características correlacionadas entre as épocas de avaliação (viveiro, replantio e anos 1, 2 e 3)	230
36A	Características correlacionadas entre as épocas de avaliação (anos 1, 2 e 3)	231

RESUMO

Um teste de introdução de espécies de *Eucalyptus* foi instalado na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, visando obter subsídios técnicos/científicos para reflorestamento com espécies de rápido crescimento para a região.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Nos blocos, cada parcela foi composta pelos tratamentos, constituídos pelas espécies (*E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. exserta*, *E. grandis*, *E. paniculata*, *E. saligna* e *E. urophylla*). As parcelas experimentais foram formadas por 4 fileiras de 8 árvores no espaçamento 3 x 2 m; as 20 árvores externas foram consideradas como bordadura e as 12 centrais como árvores úteis.

Foi realizada uma análise holística da evolução do crescimento das espécies até a idade de 3 anos, avaliando-se os seguintes parâmetros: porcentagem de sobrevivência, altura das plantas, diâmetros do fuste (do colo e DAP), área de projeção de

copa, desrama natural, forma de tronco, resistência a seca, resistência às doenças, resistência aos insetos, vigor vegetativo, nível de deficiência nutricional, incidência de cancro e de seca de ponteiros de eucalipto e também avaliação do "status" nutricional e das condições ecológicas da região de introdução.

Os resultados obtidos permitiram agrupar as espécies de *Eucalyptus* em função das suas potencialidades para reflorestamentos; destacando-se *E. camaldulensis* e *E. urophylla* (procedências de Anhembi), seguidos de *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. saligna*. Os piores resultados foram obtidos por *E. brassiana*, *E. paniculata* e *E. exserta* (que particularmente não promete êxito algum na região). *E. urophylla* pode ser considerada a espécie mais bem adaptada na região pois, além dos maiores crescimentos com a menor quantidade de nutrientes absorvidos, apresentou também a maior porcentagem de sobrevivência e menor incidência de cancro e de seca de ponteiros.

Para os objetivos de curto prazo como produção de biomassa energética em rotações curtas, somente *E. camaldulensis* e *E. urophylla* apresentam importância econômica para a região pois, as demais espécies até a presente data apresentaram baixos incrementos volumétrico.

As condições ecológicas limitantes para o máximo crescimento das espécies na região de introdução foram principalmente a grande intensidade e extensão dos períodos de déficit hídrico e a baixa capacidade suporte dos solos. Generalizadamente os nutrientes que mais limitaram o crescimento

foram N, S, B, Fe, Zn (exceto para *E. citriodora*) e K (exceto para *E. citriodora* e *E. grandis*).

Até o momento, o crescimento das espécies não foi afetado por insetos ou por doenças causadoras de manchas foliares. A principal consequência ecológica da introdução de espécies de *Eucalyptus* na região foi diminuição da fertilidade natural do solo com o crescimento das espécies. Os macronutrientes mais extraídos do solo pelas espécies em ordem decrescente foram: N > Ca > K > Mg > P > S, e os micronutrientes: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

1. INTRODUÇÃO

O interesse pelo reflorestamento na região centro-oeste tem aumentado acentuadamente, decorrente da demanda regional por produtos florestais, para uso geral nas propriedades rurais e para fins energéticos industriais.

No Estado de Mato Grosso, a utilização de florestas de rápido crescimento pelo setor secundário, próximas aos centros consumidores, garantirá um melhor rendimento em termos energéticos.

Para se obter de forma econômica a matéria-prima energética, a introdução e seleção de espécies de rápido crescimento são imprescindíveis para o estabelecimento e desenvolvimento dos reflorestamentos no Estado.

A escolha correta de uma espécie somente pode ser feita por meio da experimentação, que fornece bases seguras para se determinar o grau de adaptação desta espécie, estimar sua produtividade e avaliar o potencial ecológico da área. Porém, para o Estado de Mato Grosso, não existe até a presente data, referências sobre testes de competição de espécies de eucalipto potencialmente aptas para a região.

Desta forma, a indicação das espécies de eucalipto para

o Estado baseia-se no sistema das analogias climáticas proposto por GOLFARI et alii⁵³, no Zoneamento Ecológico Esquemático para Reflorestamento no Brasil. No entanto, a falta de base experimental e a escassez de informações bioclimáticas comprometem a indicação correta dessas espécies.

Com a expansão da atividade florestal, provavelmente os solos de baixa fertilidade serão ocupados. Nestes solos, o conhecimento do conteúdo de nutrientes existente em cada espécie, em diversas idades, será fundamental na determinação das técnicas de manejo e exploração florestal, pois a retirada indiscriminada dos nutrientes através da exploração florestal poderá causar sérios prejuízos às rotações seguintes.

Espécies que acumulem mais nutrientes poderão ser mais exigentes e, conhecendo-se a fertilidade do solo, pode-se escolher aquela mais adequada para um dado local. Assim, na seleção das espécies componentes do teste de introdução, deve-se considerar também aquelas que se desenvolvem bem em solos de baixa fertilidade.

Normalmente, a avaliação dos resultados do teste de introdução de espécies é feita no final do ciclo, o que leva vários anos. Contudo, existe a possibilidade de os resultados obtidos com o material juvenil correlacionarem-se com os da fase adulta.

O somatório da análise fragmentada de várias características avaliadas, representativas de conhecimentos científicos multidisciplinares, concernentes a um objeto de estudo comum (no caso, espécies de *Eucalyptus*), muitas vezes permite uma

visão holística do todo em função das partes individualizadas.

Quando existir disponibilidade de tempo, de recursos e suporte científico, justifica-se, para testes de introdução de espécies em sua fase juvenil, realizar uma avaliação holística, alicerçada em conhecimentos silviculturais, ecológicos e nutricionais, principalmente, por ser o processo de adaptação de espécies, nesta fase inicial de crescimento, extremamente dinâmico e influenciado por muitas variáveis.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi proceder uma avaliação holística do teste de introdução de espécies de *Eucalyptus* na fase juvenil, baseada nas análises de características silviculturais, ecológicas e nutricionais com intuito de:

- "Definir as espécies potencialmente aptas para reflorestamentos na Região da Baixada Cuiabana - Mato Grosso".

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução de espécies

GOLFARI et alii⁵³ consideram que o princípio ideal que deve sustentar a indicação das espécies é colocar cada uma nos lugares mais apropriados; por isto, é necessário trabalhar com muita cautela, evitando colocá-las em situações marginais ou inadequadas. As consequências mais frequentes do plantio de uma espécie num meio desfavorável são: o aparecimento de doenças ou ataque de insetos, crises fisiológicas, abscisão de folhas no período de estiagem, baixa porcentagem de sobrevivência e senilidade precoce.

Para que a introdução tenha êxito é necessário que exista uma coincidência ecológica entre o lugar de origem e de destino e segundo a FAO⁴⁵, a necessidade de uma exata harmonização das condições edafoclimáticas entre a região natural e os novos locais de introdução varia inversamente com o grau de adaptabilidade das espécies envolvidas.

Para espécies de ampla distribuição e grande variabilidade, como é o caso de *E. camaldulensis*, é grande a

variação de rendimento entre as melhores e piores procedências para um determinado sítio.

Para clima subúmido/seco tropical com altitude de 200 a 900 m, temperatura média anual de 23-25°C com precipitação média anual de 900 a 1200 mm e estação seca de inverno rigorosa de 5 a 7 meses, são indicadas as espécies de *E. camaldulensis* (do norte da Austrália), *E. tereticornis* (do norte de Queensland - Austrália), *E. brassiana*, *E. citriodora*, *E. exserta* e *E. nesophila* (FAO⁴⁶).

Na região Centro-Oeste, a experimentação com espécies / procedência de *Eucalyptus* é bastante incipiente quando comparada com as regiões Sul e Sudeste. MOURA¹⁰⁹ cita que em Jaciara e Canarana, no Estado de Mato Grosso, procedências de *E. camaldulensis* mostraram diferentes respostas em termos de crescimento; porém as procedências de Petford - Austrália, sobressairam-se entre as demais.

Dentre os fatores ecológicos, os mais importantes para um bom trabalho de introdução são, principalmente, os climáticos e os edáficos (GOLFARI^{52, 53}; GOMES et alii⁵⁶).

2.1.1. Fatores climáticos

Segundo GOLFARI et alii⁵³, para fins de introdução de espécies, deve-se levar em consideração somente os elementos climáticos que servem para diferenciar as regiões, ou que melhor exprimem as exigências e tolerâncias das espécies. O total de

precipitação examinado como elemento em si, tem pouco valor, se não for correlacionado com a temperatura. Grande importância tem seu regime de distribuição, que pode ser periódico, com predominância das precipitações no verão ou no inverno, ou uniforme, pois a atividade das plantas está, em grande parte, submetida à disponibilidade de água.

A distribuição dos vegetais sobre a superfície da terra está condicionada, em primeiro lugar, aos fatores climáticos e, em segundo, aos edáficos. Pelas precipitações anuais e temperaturas, o clima é que determina esta distribuição (GOMES et alii⁵⁰).

Outra condição importante é conhecer os desvios sobre as normais de precipitação e também sua frequência. Por exemplo, um ano ou um ciclo de anos anormalmente seco, pode criar condições críticas de vida para uma espécie considerada estabelecida numa região, como ocorreu em algumas áreas com *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* (GOLFARI⁵²).

Segundo a FAO⁴⁴, geralmente, quando uma espécie possui ampla área de distribuição, ela adapta-se melhor aos diferentes tipos de precipitações. Como exemplo pode-se citar o *E. camaldulensis* que, na Austrália, ocorre em praticamente todos os estados e territórios.

GOMES et alii⁵⁰ comentam que a quantidade de precipitação pode ocasionar um aumento do crescimento, quando na região de introdução esta é maior que na região de origem; caso contrário, será difícil a espécie adaptar-se com êxito, salvo se a deficiência for compensada por neblinas costeiras ou de montanhas, por

temperaturas mais baixas ou por solos mais profundos.

Da temperatura dependem todos os processos biológicos e bioquímicos. A temperatura média anual e os limites de variação no ciclo anual representam importantes fatores de apreciação. Existem espécies que requerem grandes variações térmicas entre as estações opostas, ou seja, invernos frios e verões quentes, outras que preferem temperaturas elevadas tanto nos invernos como nos verões, e também outras adaptadas a climas de baixa eficiência térmica. As temperaturas máximas absolutas aparentemente não têm influência sobre o estabelecimento de uma espécie, ao contrário das temperaturas mínimas absolutas, que podem representar um fator limitante para algumas espécies, como acontece com *E. saligna* no planalto meridional do Brasil, devido à ocorrência de fortes geadas (GOLFARI et alii⁵³).

As comparações ecoclimáticas entre regiões de procedência e de introdução das espécies podem ser feitas através de vários sistemas de classificação como as de zonas de vida, proposto por HOLDRIDGE⁶⁶, diagramas climáticos comparativos e análise de balanços hídricos (OMETTO¹¹⁷, TUBELIS¹⁵⁹, GOLFARI⁵², GOLFARI et alii^{53, 54}).

2.1.1.1. Sistema ecológico de classificação de zonas de vida.

O sistema de HOLDRIDGE⁶⁶ fundamenta-se no princípio de que, geralmente, a ação do clima sobressai dentre os demais fatores

do meio. Sendo assim, o clima pode ser considerado como um fator primordial ou independente, enquanto os fatores de ordem edáfica, biótica e fisiográfica geralmente atuam de forma dependente ou subordinada. O sistema leva em consideração a existência de áreas ecologicamente equivalentes, embora distanciadas geograficamente. A vegetação natural pode diferir taxonomicamente entre essas áreas, mas não em sua fisionomia.

CAMPOS²³ considera esse modo de interpretação primordial, quando se trata de introdução de espécies, em que a equivalência na taxonomia de espécies de ocorrência natural não deve ter caráter decisivo.

As unidades bioclimáticas maiores, denominadas "Zonas de Vida", são determinadas pelo sistema, utilizando-se de um diagrama triangular através dos parâmetros precipitação anual e biotemperatura. Para designar o nome completo da zona de vida, o autor definiu diversas regiões latitudinais e pisos altitudinais, em função da latitude e altitude do lugar.

Por biotemperatura é considerada a média das temperaturas compreendidas entre 0°C e 30°C que, segundo o seu proponente, é a medida mais apropriada para se correlacionar o fator calor com a vegetação.

2.1.1.2. Balanço hídrico

Segundo TUBELIS¹⁵⁹, o balanço hídrico é um método de se

calcular a disponibilidade de água no solo para as comunidades vegetais. Contabiliza a precipitação perante a evapotranspiração potencial, levando em consideração a capacidade de armazenamento de água no solo. Utilizando-se do método de THORNTHWAITE-MATHER¹⁵⁸, a capacidade de armazenamento de água no solo para eucaliptos é de 300 mm.

O autor considera que a disponibilidade de água no solo é um fator ecológico mais correlacionado com a distribuição geográfica das espécies vegetais do que a precipitação.

CAMARGO et alii²⁰ citam que a evapotranspiração potencial é um elemento climatológico fundamental para indicar, em milímetros de evaporação, a disponibilidade de energia solar na região, para promover a evaporação e a transpiração numa superfície natural toda vegetada e bem suprida de umidade no solo. Representa assim, um índice de eficiência térmica da região. Em outras palavras, seria a chuva ideal para atender ao consumo de água pela superfície vegetada, de forma a manter a vegetação turgescente e transpirando livremente o ano todo.

A evapotranspiração potencial é função exclusiva das condições atmosféricas reinantes. Em vista disso, GOLFARI⁵¹ e OMETTO¹¹⁷ a consideram como elemento meteorológico de referência para estudos ecológicos comparativos de perda de água pela vegetação em diferentes locais.

A evapotranspiração real é a perda de água que uma cultura sofre em um instante qualquer, independentemente de seu estágio vegetativo e do meio que a envolve, sendo pois extremamente

variável.

OMETTO¹⁷ afirma que o conhecimento da evapotranspiração real é de grande valia, pois com ela é possível estabelecer a relação evapotranspiração real e potencial, e assim estabelecer um índice importante para a planta, denominado "Índice de Rendimento Vegetativo". Quanto mais próximo da unidade for esse índice, tanto mais próximo das condições ideais de crescimento e desenvolvimento se encontra a planta.

CAMARGO et alii²⁰ citam que os parâmetros ou elementos fornecidos pelo balanço hídrico, em milímetros pluviométricos, são os seguintes;

a) Excedente hídrico - é a água do solo acima da capacidade de retenção, sujeita a percolação.

b) Retirada hídrica - é a água retirada do solo através da evapotranspiração, quando esta excede a precipitação pluvial.

c) Reposição hídrica - é a água reposta no solo, até a capacidade máxima de retenção, quando a chuva excede a evapotranspiração potencial.

d) Deficiência hídrica - é a água que deixa de ser evapotranspirada pela falta de umidade no solo; corresponde à quantificação da seca.

A época do ano em que não se verifica deficiência hídrica e ocorre disponibilidade energética, se constitui no período de vegetação.

As relações entre os montantes anuais dos excedentes e deficiências hídricas podem influenciar as condições de umidade do

clima. Para caracterizar esse grau de umidade, Thorntwaite-Mather citado pelo mesmo autor²⁰ propôs o "índice hídrico":

$$Im = (100 Ea - 60 Da) / EP$$

onde:

Im - índice hídrico

Ea - excedente anual de água

Da - deficiência anual de água

Ep - evapotranspiração potencial anual.

Valores de Im superiores a 100 indicam clima super úmido; entre 100 e 20 clima úmido; entre 20 e 0 clima sub úmido; entre 0 e -20 clima seco; entre -20 e -40 clima semi-árido.

Segundo GOLFARI⁵⁰, a análise do balanço hídrico de alguns locais situados dentro da área de ocorrência de uma espécie pode indicar com suficiente aproximação, as regiões de introdução nas quais a mesma pode ter sucesso. Isto facilita o estudo das analogias climáticas, salientando através da relação precipitação/evapotranspiração, quais as necessidades térmicas e hídricas de cada espécie. É também uma ajuda na escolha das espécies em áreas onde ainda não existem bases experimentais.

GOLFARI⁵⁰ cita ainda que o elemento deste sistema que melhor serve para a diferenciação das regiões e sua delimitação geográfica é a deficiência hídrica.

A analogia entre o balanço hídrico das savanas (cerrado brasileiro) e da floresta aberta australiana "Woodland", onde crescem importantes espécies como *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus brassiana*

demonstra boas perspectivas para reflorestamentos destas áreas (GOLFARI⁵²).

2.1.2. Fatores edáficos

GOLFARI et alii⁵³ citam que as condições de solo têm uma influência relevante sobre a produção volumétrica. Porém, nos estudos de viabilidade para implantação de maciços florestais, o clima é normalmente o primeiro fator da aptidão ecológica a ser estudado. Em outras palavras, é o clima com seus múltiplos fatores que condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie ou procedência, enquanto o solo regula o nível de produção. Além disso, a experiência mundial indica que na fase inicial de introdução e experimentação de espécies, as condições edáficas não resultam determinantes e decisivas como as climáticas. Portanto, convém primeiro escolher as espécies adequadas e depois solucionar os problemas de solo, caso existam, nos diferentes locais.

A profundidade dos solos pode ser decisiva para o crescimento das espécies florestais, pois sabe-se que em solos profundos há maior disponibilidade de nutrientes (GOLFARI & PINHEIRO NETO⁵⁴). A topografia determina, frequentemente, relações de textura, profundidade, fertilidade e umidade do solo, de modo que se constitui em fator predominante na escolha da espécie (GOMES et alii⁵⁵).

2.1.2.1. Considerações sobre a capacidade de uso dos solos da Depressão Cuiabana

As considerações seguintes sobre a capacidade de uso dos solos da Depressão Cuiabana foram extraídas de BRASIL¹⁸:

"Os solos concrecionários álicos e distróficos são de ocorrência bastante expressiva nas proximidades de Cuiabá, onde estão relacionados às rochas do grupo Cuiabá, ocupando uma área de 9.564 km². Estão cobertos por savana arbustiva, cujo estrato gramíneo é aproveitado, muitas vezes, como pastagem nativa em regime extensivo.

A quantidade elevada de concreções ferruginosas no corpo do solo, em tamanhos variados, chegando a calhaus, em muitos casos, dificulta a caracterização dos horizontes e constituem forte impedimento à mecanização e desenvolvimento de raízes. Em função disto e em virtude da baixa fertilidade natural, estes solos são desaconselháveis ao uso agrícola.

Os solos litólicos álicos, distróficos e eutróficos ocorrem significativamente na Depressão Cuiabana. As características químicas, físicas e morfológicas apresentam grande variabilidade, sendo a maioria de textura cascalhenta, e em alguns casos o caráter concrecionário e pouca profundidade para o desenvolvimento de raízes tornam estes solos, principalmente os distróficos e álicos, inviáveis para o aproveitamento agrícola, podendo os eutróficos, em alguns casos, serem aproveitados com restrições, para pastagem e/ou silvicultura.

Na Depressão Cuiabana, a principal atividade desenvolvida é a pecuária, em consequência do aproveitamento das espécies das savanas, como pastos naturais; e mesmo para produção de carvão.

A região em termos de agricultura é na sua quase totalidade, imprópria. Apresenta uma parte de relevos aplanados, onde há ocorrência de vários tipos de solos, e predominantemente os solos concrecionários. Ocorrem manchas com dominância de Podzólico Vermelho-Amarelo e Solos Litólicos, porém ambos os casos apresentam em sua constituição quantidades consideráveis de concreções ferruginosas (agregados endurecidos de tamanhos e formas variadas, geralmente entre 1 e 3 cm de diâmetro, resultantes da mobilização, transporte e concentração final dos compostos de ferro que endurecem irreversivelmente quando expostos a ciclos repetidos de molhamento e secagem, especialmente se expostos ao sol) e ocorrem associados a solos concrecionários.

Ou seja, a pequena profundidade dos solos litólicos e excesso de concreções ferruginosas dos solos concrecionários, que constituem impedimentos físicos ao desenvolvimento das raízes dos vegetais, torna a Depressão Cuiabana inviável para uma exploração racional com lavoura.

A microrregião da Baixada Cuiabana em conjunto tem suas maiores limitações no fator solo, se bem que o clima também imponha restrições. Em razão das limitações edafoclimáticas da área e em face da posição geográfica que assume, BRASIL¹⁸ recomenda que a região deveria merecer estudos visando ao florestamento, para a melhoria do ecossistema e também como forma de utilização da mão-

de-obra subaproveitada."

2.2. Parâmetros e características de avaliação do comportamento das espécies

Qualquer discordância entre as condições ecológicas reinantes no ambiente de origem e no de introdução, como diferenças estacionais no fornecimento da água ou no regime da temperatura, produz inevitavelmente alterações fisiológicas e mudanças no ritmo vegetativo, com os mais variados comportamentos. Para avaliar estes efeitos, durante os trabalhos de campo, torna-se necessário fazer um diagnóstico de todos os sinais indicativos de normalidade e anormalidade reconhecíveis nos plantios. Estas informações indicarão se as espécies têm encontrado, no novo ambiente, condições de vida ótimas, boas, marginais ou inadequadas (GOLFARI⁵²).

GOMES et alii⁵⁶ comentam que, geralmente a avaliação dos resultados de experimentos de introdução de espécies é realizada no final de um ciclo de corte. Entretanto, é possível correlacionar os resultados obtidos em idades jovens com os que serão obtidos nas idades mais avançadas.

FERREIRA & ARAÚJO⁴⁰ comentam que, também em função da necessidade de se definir a curtíssimo prazo as espécies e procedências mais adequadas, os testes de espécies e procedências são, em geral, efetuados conjuntamente. A fase de amostragem ampla

serve para determinar as espécies e procedências que têm potencial razoável de adaptação e produtividade. A duração desta fase deve ser de 1/4 a 1/2 da rotação comercial, ou seja, deve ser rápida, simples e de avaliação sumária e servirá de base para o planejamento da fase de amostragem restrita.

As principais características utilizadas para avaliação do comportamento e adaptação de espécies são descritas a seguir.

2.3. Competição e dinâmica do crescimento

A competição intraespecífica é aquela que, segundo SAKAI¹³⁷, ocorre quando diferentes genótipos entram em competição por diversos fatores. MATHER⁹⁹ enfatizou que a competição acontece entre organismos coabitando um ambiente e quando a soma de suas necessidades excede os suprimentos disponíveis, ou então quando a soma das atividades desenvolvidas ultrapassa os recursos disponíveis.

Não existe uma simples definição de competição entre plantas, adequada a todas as situações (SHIMIZU¹⁴³). Um ecologista pode defini-la como sendo a habilidade de plantas ou grupos de plantas, geralmente a nível de espécie, para colonizar mais eficientemente e tornar-se dominante num ambiente. Na área florestal a competição pode ser definida como a habilidade que uma árvore tem para interagir com outras e produzir maior ou menor quantidade de volume de madeira.

Kageyama^{*}, citado por MORI¹⁰⁸, comenta que espécies com ritmo de crescimento semelhante apresentam respostas diferenciadas quanto à competição. Mostrou ainda, que o *Eucalyptus dunnii* é mais susceptível à competição-que o *E. saligna*, que por sua vez é mais que o *E. grandis* e *E. urophylla*.

Os crescimentos em altura e diâmetro não surgem como competitivos quanto aos nutrientes, pelo menos nas árvores que apresentam uma superfície fotossintética relativamente normal (MEYER et alii¹⁰⁴).

Segundo a FAO⁴⁶, à medida que as árvores se tornam maiores, a competição por umidade intensifica-se e a tensão causada pela seca limita mais fortemente o crescimento nas regiões secas.

PITELLI et alii¹²⁷ citam que as capinas e cultivos, principalmente durante os dois primeiros anos do plantio, justificam-se, pois de um modo geral os eucaliptos não toleram a competição por plantas daninhas.

A avaliação da importância relativa dos vários fatores do meio ambiente e a identificação dos processos ecofisiológicos através dos quais o crescimento diferencial das espécies é afetado se apresenta como uma tarefa complexa. KRAMER & KOZLOWSKY⁷³ baseando-se em alguns autores, tecem o seguinte comentário:

"a) Cain^{**} argumentou que, sendo os processos

* KAGEYAMA, P.Y. Plantação de espécies florestais nativas. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Relatório, Piracicaba, 1986. (não publicado).

** CAIN, S.A. Foundations of plant geography, Harper & Brothers, New York, 1944.

fisiológicos multicondicionados, o estudo dos efeitos resultantes das variações verificadas num dado fator não pode indicar com precisão o papel por ele desempenhado na natureza. Além disso, podem ser produzidos modelos semelhantes de crescimento por diferentes combinações de vários fatores; por isso Cain crê ser incorreto considerar como limitante um só fator. Mason & Stout* também salientam que o intervalo de tolerância relativo a um fator do meio pode variar em fases distintas do desenvolvimento. Considerando-se estas dificuldades, parece que muitas vezes pode considerar-se alguns fatores mais importantes do que os restantes no sucesso ou insucesso global das plantas em um dado meio. O ponto de vista de Billings** de que fatores limitantes operam dentro de um ambiente complexo descreve, talvez, a situação mais corretamente.

b) Em geral, o crescimento em diâmetro é mais afetado do que o crescimento em altura pela umidade do solo. O crescimento em diâmetro mostra-se mais dependente da fotossíntese corrente do que a altura. Além disso, para muitas espécies, grande parte do crescimento em altura completa-se logo no início do período vegetativo, antes que a umidade do solo seja reduzida a um nível limitante, ao passo que normalmente o engrossamento continua até muito mais tarde.

* MASON, H.L. & STOUT, P.R. The role of plant physiology in plant geography. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 5:249-70, 1954.

** BILLINGS, W.D. The environmental complex in relation to plant growth and distribution. *Quart. Rev. Biology*, 27:251-65, 1952.

c) Têm-se realizado algumas tentativas para correlacionar o crescimento com a precipitação. Afigura-se que normalmente o crescimento em altura está mais correlacionado com a precipitação do ano precedente do que com a do ano corrente. Já o crescimento em diâmetro parece mais sensível à precipitação anual do que a altura. A periodicidade estacional do crescimento em altura é sobretudo regulada pelos fatores genéticos".

PAULA LIMA¹²² cita que as pesquisas realizadas nas últimas décadas têm revelado que o crescimento estacional, e mesmo diário, das árvores está mais diretamente correlacionado com as flutuações da água no solo do que qualquer outro fator do meio. À medida que o solo se torna mais seco, a absorção de nutrientes é reduzida, surgem déficits hídricos nas folhas, o processo de fotossíntese e os processos circulatórios são diminuídos, e o crescimento dos meristemas, em consequência, fica prejudicado.

No Quadro 1A, para fins comparativos da dinâmica dos processos de crescimento das espécies de eucaliptos, são apresentados dados de altura, DAP, volume e sobrevivência de diferentes espécies em diferentes locais, até a idade de 3,5 anos.

2.4. Sobrevivência

A FAO⁴⁶ considera preponderante a avaliação da capacidade de sobrevivência pós-plantio para testes de introdução de espécies. A magnitude da sua importância pode ser percebida pela seguinte

constatação: "sobre um sítio pobre, não se pode esperar que nem a mais adequada das espécies produza um rendimento tão elevado como o das espécies mais apropriadas para um sítio rico. Por exemplo, *E. grandis*, sobre um sítio fértil, em um clima úmido tropical, produzirá sempre mais e melhor que *E. camaldulensis* sobre o mesmo sítio, e que *E. camaldulensis* sobre um sítio seco. Porém, *E. camaldulensis*, em um solo relativamente estéril e com uma forte estação seca, produzirá mais e melhor que *E. grandis*, decorrentes das elevadas perdas deste último devido a seca. Em tais casos, uma elevada sobrevivência e um rendimento mediano em uma espécie, devem ser preferíveis a uma grande mortalidade de outra espécie, ainda que apresente crescimento potencial melhor".

Como regra geral, a transferência muito brusca de uma espécie para um clima mais hostil que o da sua região de origem, pode ter um efeito fisiológico direto, que se evidencia por sobrevivência e crescimento menores.

De acordo com GOLFARI⁵², quando uma espécie é plantada em lugar inadequado, observa-se geralmente uma elevada mortalidade de plantas, devido aos fatores ambientais adversos.

O crescimento das árvores, assim como os demais processos fisiológicos, aumentam a habilidade de sobrevivência, e os desenvolvimentos que se processam são limitados, principalmente pela capacidade de produção de carboidratos (SPURR¹⁵⁰).

KRAMER & KOZLOWSKI⁷³ comentam que as diferenças no hábito e eficiência de enraizamento inicial são causas de discrepâncias entre várias espécies quanto a capacidade de sobrevivência pós-

plantio e, que a recuperação rápida do sistema radicial após o transplante é muitas vezes o fator mais importante da sobrevivência. Bialoglowski* e Parker**, citados pelos mesmos autores, complementam que a baixa proporção entre superfícies radicial e foliar verificada em algumas espécies constitui importante fator limitante da absorção de água.

2.5. Resistência aos agentes bióticos e abióticos desfavoráveis

Quando uma espécie é plantada em lugar inadequado, ela fica mais susceptível aos ataques de fungos ou insetos e apresenta menor resistência para superar condições de "stress" ambientais (GOLFARI⁵², LARA⁷⁹, LARCHER⁸⁰).

2.5.1. Resistência aos insetos

PAINTER¹¹⁸ definiu a resistência das plantas aos insetos como a soma dos fatores hereditários possuídos pela planta, a qual influencia o resultado do grau de dano que o inseto causa o que, em outras palavras, representa a capacidade que possuem certas plantas

* BIALOGLOWSKI, J. Effect of extent and temperature of roots on transpiration of rooted lemon cuttings. Am. Soc. Hort. Sci. Proc., 34:96-102, 1936.

** PARKER, J. Effects of variations in the root-leaf ratio on transpiration rate. Plant Physiology, 24:739-43, 1949.

de alcançar maior produção e melhor qualidade do que outras variedades sob as mesmas condições. Ressalta o autor que a resistência é um conceito relativo, isto é, implica sempre a comparação de duas ou mais plantas.

2.5.2. Resistência às doenças

Uma das tarefas da patologia florestal, segundo FERREIRA³⁷, é a de pelo menos relatar a ocorrência de uma determinada doença de um hospedeiro vegetando sob condições ecológicas típicas pois tal informação possibilitará conhecer as causas pelas quais as árvores de interesse não estão numa condição normal ou sadia.

Descrições e sintomatologia das principais doenças que afetam os eucaliptos são relatadas principalmente por KRUGNER¹⁵ e FERREIRA³⁷.

Normalmente, para se avaliar a resistência das plantas a doenças, os parâmetros a serem medidos são expressos unicamente em termos de incidência e/ou severidade (HORSFALL & COWLING⁶⁷). JAMES & SHIH⁶⁸ definiram incidência como número de unidades de plantas infectadas expresso em porcentagem do total de unidades avaliadas (porcentagem de plantas ou folhas infectadas, por exemplo), e severidade como a área do tecido da planta afetada pela doença expressa em porcentagem de área total.

Pelos conceitos expostos acima fica claro que incidência

é uma medida qualitativa de doença (a entidade está ou não doente) e pode ser avaliada acuradamente por meio de simples contagem, ao passo que a severidade é uma medida quantitativa e sua avaliação, além de estar mais sujeita a erros, é também mais trabalhosa. Segundo ZADOKS & SCHEIN¹⁶⁵, a severidade é descrita dividindo-se, em categorias ou classes, a amplitude entre nenhuma doença e máxima quantidade de doença.

FERREIRA³⁷ considera que as manchas foliares causadas por patógenos requerem atenção fitopatológica, porque induzem à redução da área fotossintética do hospedeiro, de maneira direta, pela presença das lesões e, de maneira indireta, e mais importante provocando a desfolha prematura do órgão atacado.

Segundo FERREIRA³⁸, o cancro do eucalipto é a enfermidade mais importante para a cultura. No Brasil, esta doença ocorre desde o Estado de São Paulo até a Amazônia. A potencialidade de sua ocorrência, causando graves perdas, está prevista para regiões de temperatura média anual acima de 23°C e precipitação anual superior a 1000 mm.

CAMARGO²¹ preconiza que a estratégia para o controle da doença tem sido a resistência genética. Segundo o autor, a exploração da resistência inter-específica se justifica principalmente pela inviabilidade econômica do controle químico da enfermidade.

HODGES et alii⁶⁵ apontam o fato de se ter poucos ensaios com várias espécies de eucalipto, numa mesma idade, num mesmo local, na região de ocorrência do cancro, como dificuldade para o

perfeito estabelecimento da relativa susceptibilidade e resistência das espécies.

Baseando-se em trabalho de avaliação da resistência de espécies ao cancro, CAMARGO²¹ cita que as espécies *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. pellita*, *E. robusta* são resistentes, ao passo que entre as susceptíveis estão *E. saligna*, *E. grandis*, *E. maculata* e *E. propinqua*.

Outra doença que vem atualmente afetando os eucaliptos é a Seca de Ponteiros do Eucalipto do Vale do Rio Doce (SPEVRD). FERREIRA³⁷, considera que a doença é de origem fisiológica; provavelmente deve ocorrer um distúrbio fisiológico nas árvores de eucalipto, cuja consequência se externa com o surgimento das lesões ou cancos nas inserções dos galhos com o terminal da haste principal, nas inserções dos ramos com os galhos e nas inserções dos pecíolos com os galhos e ramos, predispondo-se ao ataque de fungos parasitas facultativos. Alguns de seus danos são a redução do crescimento das árvores no ano de ocorrência do seu surto e a perda de dominância apical em parte das árvores afetadas.

A seca de ponteiros poderá ocorrer no terço apical, mediano e basal da copa. Nessas últimas duas porções de copa, mais da metade de área foliar de copa será perdida com a desrama natural, havendo ou não seca de ponteiros. A partir da fase de fechamento do povoamento a área foliar fisiologicamente ativa de cada árvore está na sua porção de copa mais apical, onde as folhas estão expostas, de maneira otimizada, à radiação solar. Por esses argumentos, postulou-se que a seca de ponteiros seria muito mais

importante quando incidisse na porção apical das copas. Observou-se que a incidência da doença no terço apical das copas afeta negativamente o crescimento em altura e diâmetro das árvores.

Os plantios tornam-se, em geral, realmente tolerantes à doença a partir do 4º ano no campo, e são consideradas árvores tolerantes à seca de ponteiros, aquelas que em local e época de surto severo da doença apresentam terços apicais sadios ou levemente afetados.

2.5.3. Resistência à seca

KRAMER & KOZLOWSKI⁷³ tecem algumas considerações importantes referentes a resistência das árvores à seca. Segundo Parker* citados pelos mesmos autores⁷³, a seca é considerada como uma deficiência na umidade utilizável do solo, que determina nas plantas déficits hídricos internos suficientemente severos para reduzir o seu crescimento. A redução do crescimento ocorre, tanto diretamente pela perda da turgescência celular como indiretamente pelo fechamento dos estômatos, fenômeno que reduz a absorção do anidrido carbônico necessário à fotossíntese. Os déficits hídricos nas árvores desenvolvem-se porque a perda de água excede a absorção.

Em termos de relações hídricas, o sucesso de qualquer

* PARKER, J. Drought resistance in wood plants. Bot. Rev., 22: 241-89, 1956.

planta depende da sua capacidade para absorver água com uma velocidade capaz de evitar o desenvolvimento de prolongadas ou graves deficiências hídricas internas durante os períodos de elevada transpiração. A eficiência dessa capacidade é diferencial entre as espécies.

A profundidade e extensão dos sistemas radiculares das árvores adultas são, em geral, os fatores dominantes da resistência à seca. Durante secas intensas do solo as raízes são frequentemente sujeitas à condições quase tão severas como aquelas que afetam as folhas. Cedem grande quantidade de água a favor de um solo mais seco do que a percentagem de murchamento permanente, fato que determina a paralização do crescimento e a suberização, o que lhe reduz posteriormente a eficiência como superfície de absorção.

Segundo FERREIRA³⁷, a falta de suprimento hídrico adequado para as plantas de eucalipto acarreta distúrbios fisiológicos que se externam em sintomas relativamente distintos para cada estágio fenológico. Durante os meses mais secos do ano e, principalmente, nos reflorestamentos, nas savanas e terrenos arenosos, o déficit hídrico tem trazido os seguintes sintomas em plantas de eucalipto dos 6 aos 18 meses pós-plantio:

- a) seca de ponteiros dos galhos e da haste principal;
- b) folhas ainda fixas e próximas dos terminais secos e desnudos, com necroses em "V" invertido, que é o melhor sintoma marcador desse problema;
- c) folhas com sintomas de deficiências minerais, sendo mais frequentes as de tonalidade marrom-arroxeadas ou verde-pálidas, que

assumem também formatos de "V" invertido e as de clorose internerval secundárias;

- d) folhas mais velhas com necroses irregulares e com incidência de "trips";
- e) murcha de segmentos dos internós de galhos e da haste principal;
- f) cancrios pequenos, normalmente em grupos e com exsudação de goma, principalmente em *E. citriodora*;
- g) fendas e rugosidades na haste principal, essas últimas nas inserções dos galhos.

No início da temporada chuvosa, a recuperação das plantas afetadas é notada pela emissão de brotações adventícias nos galhos que tiveram terminais secos e pela produção de folhas novas naqueles que exibiram sintomas de déficit hídrico cujos terminais permaneceram vivos; plantas de eucalipto a partir de 18 meses de idade, de modo geral, a nível de sintomatologia externa, são pouco afetadas por déficit hídrico.

KRAMER & KOZLOWSKI⁷³, citam que a forte desidratação dos tecidos das plantas não somente interfere na formação da clorofila como ainda provoca destruição da já existente. Como consequência, as folhas sofrendo de secura tendem a tornar-se amarelas.

O tipo ou grau de resistência à seca, das árvores depende da capacidade do protoplasma suportar a desidratação, combinada com características morfológicas e anatômicas que diminuam a intensidade da perda de água e retardem o desenvolvimento de graves deficiências hídricas internas.

Segundo citações de PAULA LIMA¹²³, grande parte dos

eucaliptos desenvolve mecanismos fisiológicos de adaptação a condições de déficit hídrico, ou seja, mecanismos de restrição ao consumo de água nos períodos do ano em que a disponibilidade de água no solo é menor, tais como:

- a) de tecido foliar endurecido;
- b) alinhamento vertical das folhas;
- c) o "lignotuber";
- d) melhor eficiência no fechamento dos estômatos em resposta ao aumento do "stress" hídrico;
- e) menor taxa de transpiração em condições de alto teor de umidade no solo;
- f) eficiência fotossintética em condições de disponibilidade de água;
- g) alto valor para a relação raiz/copa.

Os *E. grandis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, *E. paniculata* são espécies originárias de zonas climáticas com chuvas uniformes. No entanto, em zonas de chuvas de verão, têm demonstrado boa adaptação às condições de seca mais rigorosa que as que apresentam em seus ambientes de distribuição natural.

Os *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. paniculata* são espécies também originárias de zonas com chuvas de verão. Mas, têm demonstrado adaptar-se às condições de seca mais rigorosas em zonas também de chuvas de verão, porém, com médias mais elevadas de temperatura, segundo os relatos da FAO⁴⁶.

2.6. Vigor vegetativo das plantas

A bibliografia sobre vigor vegetativo é muito incipiente, carecendo inclusive de uma definição explícita do termo em questão.

Apoiando-se nas definições de "vigor de semente" propostas por vários autores, todos citados por POPINIGIS¹²⁸, foi extrapolada a base conceitual destas para explicar "vigor vegetativo de plantas":

Assim "vigor vegetativo pode ser definido como a soma de todos os atributos das plantas que favorecem o estabelecimento rápido e uniforme de uma população inicial no campo, mesmo sob condições desfavoráveis" (ISELY* e DELOUCHE & CADDWELL**).

"O vigor vegetativo é uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma planta para estabelecer-se eficientemente e alcançar um nível de crescimento e desenvolvimento suficientes para manter uma produtividade adequada. É o limite ao qual a planta tolera satisfatoriamente uma gama de fatores ambientais" (POLLOCK & ROSS***).

"Vigor vegetativo é a condição de uma planta que está no auge de seu potencial, quando todos os fatores que possam

* ISELY, D. Vigor tests. Proc. Ass. Off. Seed Analyst, 47: 1977-82, 1973.

** DELOUCHE, J.C. & CALDWELL, W.N. Seed vigor and vigor test. Proc. Ass. Off. Seed Analyst, 50(1):124-9, 1960.

*** POLLOCK, B.M. & ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZ-LOWSKI, T.T., ed. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. p.313-87.

prejudicar sua manifestação estão ausentes, e aquelas que caracterizam uma "boa" planta estão presentes nas proporções certas, promovendo um desempenho satisfatório na variação máxima das condições ambientais" (HEYDECKER^{*})

Baseando-se nas definições modificadas acima, considerou-se para o presente estudo, "vigor vegetativo de plantas como sendo a expressão máxima do conjunto de características ecomorffisiológicas das plantas, que denotam maior ou menor grau de adaptação das espécies de eucalipto frente à interação genótipo x ambiente".

2.7. Forma de fuste

Segundo GOMES et alii⁵⁶, um fuste reto, independentemente das características genéticas, indica uma boa adaptação da espécie, embora *E. tereticornis* e *E. camaldulensis*, apresentem tortuosidades, mesmo em áreas ecologicamente boas. Existem experiências, em número suficiente, para aceitar-se que a forma mais ou menos cilíndrica do tronco, o crescimento diametral concêntrico e a presença ou ausência de torções e bifurcações são hereditárias (PASZTOR¹²⁰).

A forma do tronco é uma característica extremamente variável entre espécies e mesmo dentro de algumas espécies em função das procedências. A qualidade do tronco está bastante

* HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, E.H., ed. Viability of seeds. Syracuse, USA. Syracuse University Press, 1972. p.209-52.

relacionada com a sua forma, que por sua vez é importante na determinação da qualidade da madeira, como ressaltam KAGEYAMA⁷¹, ROSA¹³⁶, YARED¹⁶⁴ e CASER²⁶.

2.8. Tendência para desrama natural

Normalmente, uma espécie de eucalipto bem adaptada tem galhos finos e tendência para desrama natural (GOLFARI⁵²), embora muitas delas apresentem galhos finos mesmo em regiões inaptas. Um bom exemplo é o *E. nova-anglica*, com crescimento pobre, péssima forma, mas com galhos finos e ótima desrama natural na região de Viçosa (GOMES et alii⁵⁶).

A ausência de ramificação, o diâmetro, o ângulo de implantação dos galhos, a tendência para produzir ramos laterais e a derramagem natural são características hereditárias (PASZTOR¹²⁰).

Em relação a desrama natural, KRAMER & KOZLOWSKI⁷³, citam que a morte dos ramos inferiores sombreados das árvores crescendo em povoamentos parece dever-se à sua incapacidade de competir pela água com os ramos superiores expostos à luz. A redução da intensidade de luz verificada nos ramos inferiores das árvores dos povoamentos florestais provoca um decréscimo na fotossíntese, resultando uma menor concentração de solutos, forças osmóticas mais fracas, e um enfraquecimento na capacidade de disputar a água com os ramos mais iluminados que realizam uma fotossíntese mais intensa. Além disso, constituem um consumidor de alimentos

elaborados por outros ramos.

2.9. Avaliação do estado nutricional

O levantamento do estado nutricional de uma planta ou conjunto de plantas pode ser feito utilizando-se das seguintes técnicas: análise química dos solos e de plantas e através da diagnose visual.

A análise química do solo segundo LOPES & CARVALHO⁸⁴ é um dos sistemas mais usados no Brasil para avaliação da fertilidade do solo. Através desta técnica procura-se determinar o grau de suficiência ou deficiência de nutrientes no solo, além de quantificar condições adversas que apresentem efeitos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas como acidez e toxidez do Al.

A análise de nutrientes nos tecidos vegetais, principalmente folhas, é uma outra forma de avaliar o "status" nutricional do solo. Essa técnica é baseada no conceito de que o conteúdo nutricional da planta reflete o do solo. A diagnose foliar consiste, pois, em analisar-se o solo usando a planta como solução extratora (MALAVOLTA⁹²). Mas o nível de nutrientes nos tecidos vegetais não depende unicamente da disponibilidade dos elementos no solo; ele é afetado por uma série de fatores, tais como a espécie vegetal, o tipo de tecido, as idades da planta e do tecido, e da competição entre plantas pelos nutrientes disponíveis no solo (MENGEL & KIRKBY¹⁰²).

NOVAIS et alii¹¹⁴ destacam a análise foliar como uma ferramenta útil na difícil tarefa de avaliar o "status" nutricional em plantios de eucalipto, principalmente quando acompanhada de análises de solo, de sintomas visuais de deficiência de nutrientes e do crescimento da planta. Acrescentam ainda que a observação de sintomas visuais do aspecto vegetativo de uma planta tem-se mostrado como um bom método de diagnose de possíveis deficiências nutricionais que nela possam ocorrer. É um método qualitativo que se baseia no aparecimento de sintomas característicos em diversas partes das plantas, principalmente nas folhas, quando esta planta encontra-se com deficiência aguda de um ou mais nutrientes.

As deficiências minerais, segundo KRAMER & KOZLOWSKI⁷³, provocam alterações nos processos bioquímicos e fisiológicos que, por sua vez, levam freqüentemente a alterações morfológicas ou sintomas visíveis; todavia é geralmente difícil determinar com exatidão qual a que produz cada um dos efeitos observados, em virtude das complexas interações existentes.

Muitas vezes, o crescimento das árvores é reduzido devido às deficiências minerais, antes mesmo da manifestação de outros sintomas visíveis (Ingestad^{*}, citado por KRAMER & KOZLOWSKI⁷³).

Em regra, a deficiência mineral acarreta redução tanto da síntese dos hidratos de carbono como do respectivo transporte para os tecidos em crescimento. Com freqüência a fotossíntese e a respiração são afetadas. Os referidos autores⁷³, consideram ainda

* INGESTAD, T. Studies on the nutrition of forest seedlings. I. Mineral nutrition of birch. *Physiologia Plantarum*, 10:418-39, 1957.

que o declínio do vigor da árvore, correlacionado com a carência de minerais disponíveis, aumenta com frequência a susceptibilidade às doenças.

O nível de nutrientes dentro da planta é um valor integral de todos os fatores que interagiram para afetá-lo (BATAGLIA & DECHEN⁸). As folhas são consideradas como o foco das atividades fisiológicas dentro das plantas. Alterações na nutrição mineral são, de certa forma, refletidas nas concentrações dos nutrientes nas folhas. A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e os níveis dos elementos, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações se relacionam com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente (EVENHUIS & WARD³⁴).

LAMB⁷⁸, em solos de Nova Guiné, estudando as variações dos teores de nutrientes em *E. deglupta*, em função da época de amostragem e posição das folhas nos ramos, observou uma variação mínima nos teores de nutrientes nas folhas, quando comparados nas estações de chuva e seca. Essa variação é, segundo o autor, válida para todos os nutrientes, exceto o K.

SCHONAU¹⁴¹ acompanhando mensalmente as variações nas concentrações de seis macro e quatro micronutrientes minerais nas folhas de *Eucalyptus grandis*, em três sítios, por dois anos, encontrou uma íntima relação entre taxas de crescimento em altura e precipitação durante este período; as diferenças mais pronunciadas nas concentrações de nutrientes minerais foliares

durante o verão, indicam que as rotinas para detecção de deficiências e as recomendações de adubação sejam feitas durante a estação de crescimento, preferencialmente.

LUBRANO⁸⁷ e SWITZER & NELSON¹⁵¹ constataram que as plantas jovens normalmente acumulam maiores quantidades de nutrientes. Ao considerar a absorção de nutrientes ao longo dos anos, LUBRANO⁸⁶ notou que a extração de nutrientes guardava estreita relação com a velocidade de crescimento de algumas espécies de *Eucalyptus* e que o maior conteúdo de nutrientes se achava presente nas folhas mais jovens, figurando, ainda, em primeiro lugar o K, seguido do N e do P. Segundo esse mesmo autor, as concentrações de N, P e K diminuíram com a idade quando se compararam plantas com um e sete anos de idade.

Os povoamentos florestais antes do fechamento das copas apresentam uma alta demanda de nutrientes, enquanto à medida em que as florestas se desenvolvem, as quantidades de nutrientes minerais requeridos são menores devido à eficiência da ciclagem interna dos nutrientes nas árvores (MILLER¹⁰⁵).

BELLOTE¹⁰ comparou o conteúdo de macronutrientes nas plantas de *E. grandis* de 1 a 7 anos de idade e verificou que as concentrações de N, P e K eram menores nas plantas mais velhas, com exceção do Ca.

Existe estreita correlação entre o conteúdo de nutrientes no solo e nas plantas. McCOLL & HUMPHREYS⁹¹ observaram, em *Eucalyptus*, correlações positivas entre o fósforo nas folhas e seu conteúdo no solo. Verificaram, também, que a presença de cálcio e

magnésio no solo favorece a absorção de fósforo pelas plantas. TEMES¹⁵³, trabalhando com árvores de *E. globulus* de diferentes idades plantadas em solos arenosos e pobres, observou correlações entre os teores de cálcio e manganês nas folhas e no solo.

As variações no conteúdo de nutrientes entre espécies, procedências, grupos de progênies, lotes de sementes e clones devem-se a diferenças na capacidade do sistema radicial em absorver nutrientes do solo e ao grau de eficiência na translocação e na metabolização desses nutrientes (MENGEM & WORRAL¹⁰³ e WALKER & HATCHER¹⁶²).

No Brasil, HAAG et alii⁶⁰, analisando folhas de *E. alba* e *E. grandis* com 2 anos de idade, concluíram que essas duas espécies são mais exigentes em Ca, N e K, do que Mg e P para o seu crescimento.

HAAG et alii⁶¹, estudando folhas de cinco espécies de *Eucalyptus*, concluíram que, entre espécies, houve diferenças nas concentrações de nutrientes e que o *E. grandis* apresentou concentrações mais elevadas para os macronutrientes N, P, K e S.

SILVA¹⁴⁵, estudando cinco espécies de *Eucalyptus*, encontrou valores diferenciados na concentração dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn), nos componentes aéreos das árvores (folhas do ápice, folhas da parte intermediária da copa, ramos, casca e lenho).

Nos estudos de conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce-MG, TEIXEIRA¹⁵² observou que a concentração de nutrientes foliares de N, P, K, Ca e Mg foram maiores para o *E. citriodora* que para o *E. saligna*.

HARIDASAN⁶³, objetivando correlacionar o estado nutricional de nove espécies de eucalipto com o crescimento das mesmas, constatou que existem diferenças significativas entre as espécies quanto ao conteúdo de todos os nutrientes foliares, exceto Fe. Foi observada uma correlação positiva com a altura e o diâmetro somente no caso de magnésio.

A maior ou menor taxa de crescimento pode provocar um acréscimo ou diminuição na concentração de nutrientes das árvores. Segundo RAIJ¹³⁰, a diminuição nas concentrações de nutrientes deve-se a um efeito de diluição proporcionado pela maior produção de matéria seca.

WINTERHALDER¹⁶³, estudando a resistência de *E. gummifera* e *E. saligna* à toxidez de Mn, concluiu que o 1º é completamente sensível ao Mn no solo, e o 2º pode absorver quantidades muito grandes de Mn, sem mostrar o sintoma de toxidez.

O Quadro seguinte, extraído de SCHONAU¹⁴⁰, contém os teores foliares dos nutrientes para *Eucalyptus grandis* para as condições de África do Sul.

MALAVOLTA et alii⁹⁷ apresentam como uma primeira aproximação, os teores foliares dos nutrientes para a cultura do eucalipto (Quadro 2), informando que condições de solo, clima e espécies poderão influenciar os mesmos.

QUADRO 1 - Níveis de concentrações de nutrientes foliares para *Eucalyptus grandis* para as condições da África do Sul.
(Adaptada de SCHONAU¹⁴⁰).

Nutriente	Nível		
	Ótimo	Mínimo	Máximo
N (%)	2,0	0,85	3,12
P (%)	0,16-0,15	0,11	0,35
K (%)	0,7	0,36	1,02
Ca (%)	1,0	0,66	1,42
Mg (%)	0,3	0,21	0,48
S (%)	0,17-0,19	0,10	0,25
Zn (mg/kg)	20	14	31
Fe (mg/kg)	100	62	251
Cu (mg/kg)	18	3	26
Mn (mg/kg)		129	2864
N/P	13	3,29	26,00
N/K	3,0	0,99	4,62
P/K	0,23	0,11	0,47
Ca/Mg	3,3	1,81	5,14

QUADRO 2 - Teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura de eucalipto. (Adaptada de MALAVOLTA et alii⁹⁷).

Macronutrientes ($\text{g.kg}^{-1} \times 10^{-1}$ - por cento, %)					
N	P	K	Ca	Mg	S
1,40-1,60	0,10-0,12	1,00-1,20	0,80-1,20	0,40-0,50	0,15-0,20
Micronutrientes ($\mu\text{g.g}^{-1}$ - ppm)					
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
40-50	8-10	150-200	100-600	0,5-1,0	40-60

NOVAIS et alii¹¹⁴ apresentam as concentrações de nutrientes foliares para diferentes espécies de eucaliptos, em diferentes idades de plantio e critérios de amostragens, acompanhadas das respectivas referências bibliográficas, que poderão servir, também, de guia para os usuários de análises foliares em eucaliptos.

2.9.1. Importância dos nutrientes minerais

Segundo KRAMER & KOZLOWSKY⁷³, o nitrogênio é o elemento básico formador das albuminas nas plantas. Sem ele não haveria formação de clorofila e a planta não realizaria fotossíntese. O fósforo estimula o crescimento do sistema radicular e está concentrado nas regiões de crescimento das plantas. O potássio é utilizado como uma espécie de catalizador nos processos de respiração, assimilação e transpiração. A importância do cálcio não é bem conhecida, bem como a do magnésio. As funções do cálcio estão ligadas à ativação enzimática, permeabilidade e regulação do metabolismo. O Mg é um constituinte da clorofila mas nunca foi observado que uma árvore com deficiência deste elemento tivesse seu crescimento inibido.

Segundo SOUZA¹⁴⁹, a maior parte das funções dos micronutrientes está ligada aos sistemas enzimáticos das plantas. O Zn forma alguns hormônios de crescimento: o B afeta a absorção de água e a translocação de açúcares; o Fe é essencial à síntese de proteínas contidas nos cloroplastídeos; o Mo e Mn são essenciais em

certas transformações do N e o Cu está relacionado ao metabolismo das raízes e à utilização de proteínas no desenvolvimento da planta, além, também de estar envolvido com a fotossíntese.

2.10. Caracterização das espécies de eucalipto utilizadas

Descrições mais detalhadas das espécies de eucalipto utilizadas neste trabalho poderão ser encontradas em várias bibliografias como: GOLFARI^{52, 53}, ANDRADE³, FAO^{44, 45, 46}, LAMA GUTIÉRREZ⁷⁷, BLAKELY¹¹, CHIPPENDALE²⁸, PRYOR & JOHNSON¹²⁹, MARTIN & COSSALTER⁹⁸, TURNBULL & BROOKER¹⁵⁷, FERREIRA³⁹ e GOES⁴⁹.

- *Eucalyptus brassiana* S.T. Blake

Segundo a FAO⁴⁶ ocorre naturalmente na península do Cabo York em Queensland, e no distrito ocidental de Papua em Papua Nova Guinea. Estende-se entre as latitudes de 6 a 18°S, sob precipitações de verão, com um total de 1000 a 1500 mm anuais, com estação seca de 2 a 3 meses, não rigorosa. A temperatura média do mês mais quente é de aproximadamente 30°C. Na Austrália encontram-se árvores com até 30 metros de altura. É considerada como uma espécie de baixa latitude com possibilidades de sucesso se plantada em países com latitudes similares. GOLFARI⁵², cita que a espécie parece ter afinidade com *E. tereticornis*.

- *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Entre os eucaliptos, o *E. camaldulensis* tem a mais ampla distribuição no continente australiano. À exceção da Tasmânia, ocorre em todos os demais estados, entre 12°30'S e 38°S, 114° e 152°E e altitudes entre 20 e 700 m. O clima varia de temperado a tropical e de sub-úmido a semi-árido, comprovando a sua plasticidade. A temperatura média das máximas do mês mais quente situa-se entre 27 e 40°C e a média das mínimas do mês mais frio, entre 3 a 15°C. A precipitação média anual varia de 250 a 600 mm, com período seco de 4 a 8 meses, ou mais. A espécie não se adapta a solos calcários, preferindo, na região de origem, solos aluviais tipicamente arenosos (CARPANEZZI et alii²⁵).

A procedência Petford-QLD tem se destacado em vários países, quando plantadas em áreas tropicais e subtropicais, com distribuição pluviométrica concentrada no verão.

Em povoamentos naturais, segundo a FAO⁴⁴, quanto ao porte das árvores, elas podem alcançar de 20 a 50 m de altura e até 2 m de diâmetro. Desenvolvem copa globosa e a folhagem e os ramos são pendentes, permeáveis à luz. Nas zonas de ocorrência natural é considerada como uma espécie muito competitiva, comprovada pela ausência de qualquer vegetação no sub-bosque. É capaz de competir pela sobrevivência e suportar, durante muito tempo, o domínio de suas genitoras, inclusive em clima seco. Apresenta, geralmente, nos solos profundos, uma raiz pivotante bem formada, com as raízes laterais cobrindo grandes superfícies o que propicia a fixação nas

ribanceiras dos rios, protegendo-as da erosão. Os troncos de muitas procedências são bastante torcidos e as copas tendem a ser ralas. Não é considerada uma árvore de rápido crescimento na zona de ocorrência natural onde sua produtividade é estimada como inferior a 1 m³/ha/ano (FAO⁴⁴).

BARROS et alii⁵, constataram que nas áreas de ocorrência natural, o porte das árvores de *E. camaldulensis*, varia de 10 a 20 metros de altura conforme o grau de aridez da região. Segundo os mesmos autores, é de se esperar que as plantas de procedência mais árida devam possuir um mecanismo de controle da perda de água mais eficiente do que aquelas de regiões menos áridas e que apresentem um sistema radicial mais pivotante para absorção de água de camadas mais profundas de solos.

Os solos que suportam *E. camaldulensis*, na Austrália, são extremamente arenosos. Ponderando-se este fato, BARROS et alii⁵ comentam sobre a dificuldade de um bom crescimento da espécie em solos que apresentem camadas adensadas ou compactadas no perfil, ou em solos que apresentem uma estrutura pouco desenvolvida. Constataram ainda que o teor de bases dos solos onde a espécie é encontrada é bastante elevado, particularmente os de cálcio e potássio.

A seca de ponteiros freqüentemente observadas em árvores durante períodos de seca prolongada no Brasil, parece estar ligada à deficiência de cálcio. Este é encontrado em teores elevados nos solos de ocorrência natural do *E. camaldulensis*, o que pode indicar uma maior exigência da espécie. Como aparentemente, na Austrália,

a absorção de cálcio não é interrompida de modo significativo em qualquer época do ano, a seca de ponteiros não ocorre.

Segundo BARROS et alii⁵, no Brasil, o plantio de *E. camaldulensis* tem-se concentrado em regiões com longos períodos secos e em solos com baixa fertilidade natural. O lençol freático nessas condições é geralmente profundo, fora do alcance das raízes, o teor de cálcio é baixo, próximo de zero, e o transporte de nutrientes é restrito pelo baixo teor de umidade do solo; o baixo teor de Ca no solo, o que levaria a uma menor concentração deste na planta, e talvez, como consequência, a um insuficiente controle estomatal. É evidente o fato do teor de umidade do solo ser, num determinado período, suficiente para o transporte de cálcio até as raízes. Assim, a brotação recentemente formada é tenra, pouco lignificada, e depois de certo tempo de estiagem começa a morrer de cima para baixo ("die back").

No Brasil, KREJCI et alii⁷⁴ verificaram que o *E. camaldulensis* apresentou um bom desenvolvimento da raiz pivotante apesar de desenvolver-se em solos com camadas altamente adensadas ($d = 1,73 \text{ g/cm}^3$), o que, certamente, não permitiu um maior aprofundamento das raízes. Apresentou também, um desenvolvimento radicial lateral significativo, com reflexos diretos no crescimento em altura. Este desenvolvimento secundário pode explicar o excelente crescimento inicial da espécie.

Segundo REIS & HALL¹³³, a capacidade de *E. camaldulensis* desenvolver-se com sucesso em solos sob deficiência hídrica, pode ser atribuída à ação conjunta de mecanismos relacionados com a alta

sensibilidade estomática, desenvolvimento de raízes a maiores profundidades e exploração de um maior volume de solo, abscisão foliar e regulação osmótica eficiente.

Segundo a FAO⁴⁶, a espécie apresenta boa plasticidade ao clima e ao solo. Introduzida em solos arenosos do Rharbi (norte da África) sob clima semi-árido (com 500 mm de precipitação anual), sob espaçamento 3 x 3 e 4 x 2 m, aos 9 e 12 anos produziu na primeira rotação cerca de 12 m³/ha/ano. Em Israel tem sido cultivado desde o nível do mar até os 500-600 m de altitude com rendimento médio anual de 13 a 27m³/ha. Têm sido relatados (FAO⁴⁶), resultados satisfatórios no Ceilão, Kenya, Rodésia, África do Sul, América do Norte (mais especificamente na Califórnia) e no Brasil, Chile e Argentina.

Em decorrência de sua ampla área de distribuição natural a espécie apresenta comportamento e adaptação variados entre procedências. Segundo Lacaze^{*} citado pela FAO⁴⁶, a espécie possui grande potencial de uso em regiões tropicais. Em Zâmbia e Madagascar as árvores da procedência E-Petford-QLD, atingiram alturas médias de 5,6 a 9,8 m aos 4 anos de idade. Willan^{**} citado pela FAO⁴⁶, considera que algumas procedências podem produzir 15-20 m³/ha/ano em regiões tropicais. No Zimbabwe, aos 5 anos, as alturas variaram de 4 a 10 m e os diâmetro de 3 a 6,2 cm, aos 5 anos para

* LACAZE, J.F. Etude de l'adaptation écologique des Eucalyptus, étude de provenances d'*Eucalyptus camaldulensis* (Projet FAO n° 6). En Tercera Consulta Mundial sobre Mejora de Arboles Forestales, Canberra. Documentos (FO-FTB-77-2/29), 1977.

** WILLAN, R.L. Fast growing tropical tree species. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1966. (Mimeografado).

diversas procedências, sendo que a procedência de E-Petford-QLD apresentou os melhores resultados. MOURA¹⁰⁹ cita as procedências de Petford, bastante testadas no Brasil, como as que demonstraram sempre superioridade genética em relação as outras procedências, embora o crescimento tenha variado de acordo com as condições de sítio.

- *Eucalyptus citriodora* Hook

Segundo CARPANEZZI et alii²⁵, a espécie ocorre ao norte e, principalmente, no centrosul de Queensland, Austrália, entre 16°45' e 20°30'S e altitudes entre 70 e 1000 metros. O clima é subtropical, com a temperatura média das máximas do mês mais quente variando de 30 a 36°C e com a média das mínimas do mês mais frio, de 5 a 12°C. O período seco varia de 5 a 7 meses e, praticamente, não há ocorrência de geadas. A precipitação média anual varia de 650 mm (região semi-árida) a 1600 mm (região úmida). O *E. citriodora* adapta-se a vários tipos de solo, sendo mais comumente encontrada em solos pedregosos, pobres, podzóis e podzóis de origem laterítica.

No Estado de São Paulo, a espécie tem-se mostrado susceptível à geada e tolerante à deficiência hídrica. Em solos pobres podem ocorrer bifurcações ligadas às deficiências nutricionais, principalmente de boro. Regenera-se muito bem por brotação das touças.

GUIMARÃES⁵⁸ cita que a espécie é tolerante a uma grande

variedade de solos. Cresce comumente em solos pedregosos residuais de origem laterítica. Solos bem drenados, porém de certa maneira pedregosos, são os preferidos pela espécie.

BARROS et alii⁵, observaram que *Eucalyptus citriodora*, apresenta grande variabilidade nas condições dos sítios de ocorrência natural. Mesmo crescendo em regiões úmidas, o local onde as espécies se encontram consiste em litossolo, cuja capacidade de armazenamento de umidade é muito baixa. Isto significa que durante boa parte do ano as árvores sofrem de estresse hídrico. Vegetando nestas condições, provavelmente o sistema radicial da espécie desenvolveu raízes secundárias mais agressivas, visando uma melhor ocupação do solo.

Sob condições climáticas mais inóspitas, com períodos de seca prolongados, porém em solos mais profundos e mais argilosos, o porte das árvores é melhor que no caso anterior, provavelmente pela maior fertilidade do solo e talvez por apresentar um sistema radicial mais desenvolvido e com hábito pivotante mais acentuado.

KREJCI et alii⁷⁴, constataram que *E. citriodora* apresenta um sistema radicial lateral restrito, contrapondo-se ao sistema pivotante muito agressivo que pode explicar, em parte, o baixo índice de crescimento e respostas ao aumento da fertilidade contra elevada rusticidade apresentada pela espécie sob condições climáticas adversas.

Segundo BARROS et alii⁵ as poucas observações sobre o crescimento de raízes de *E. citriodora* no Brasil indicam a tendência de um maior crescimento em profundidade, principalmente

da raiz pivotante. Isto é coerente com o fato de a espécie ocorrer em locais mais secos na Austrália. Por outro lado, sob o ponto de vista da exigência nutricional, o tipo de hábito radicial levaria a suposição de ser o *E. citriodora* exigente em fósforo (sistema radicial menos abundante, portanto, menor volume de solo explorado) e em cálcio (menor quantidade de pontas de raízes para a absorção mais efetiva do nutriente).

Não é um eucalipto de crescimento espetacular. Porém, é um dos melhores para regiões de latitudes baixas nos trópicos e sub-trópicos, ao redor de 10°. Não é adequada para regiões equatoriais. Segundo a FAO⁴⁶ é uma árvore de forma excelente, com uma copa bem formada porém com folhagem dispersa. Na Austrália as árvores atingem de 30 a 40 m de altura.

No Malawi, a espécie é plantada em regiões onde o *E. grandis* é afetado pelas elevadas temperaturas, alcançando alturas de 5 m acompanhado do fechamento do dossel aos 21 meses.

Bons resultados foram obtidos para as regiões tropicais subúmidas/secas do Brasil, com procedências do norte de Queensland, destacando-se como muito resistente ao cancro. Em compensação, no Suriname, a latitudes de 2 a 6°N a espécie tem se mostrado susceptível ao cancro.

Segundo a FAO⁴⁶, na Tailândia é o melhor eucalipto introduzido (aos 7 anos) com melhor ritmo de crescimento. Na Malásia é considerado como uma espécie prometedora tanto para altas como baixas altitudes. Porém tem fracassado sob baixas altitudes na Indonésia. Na Índia, o *E. citriodora* tem apresentado resultados

variáveis, figurando no Paquistão na lista das quatro espécies mais aptas. Cresce de forma excelente no Havai, desde o nível do mar até 300 m de altitude. É uma das principais espécies plantadas em Kwantong, província da China (20-25°N).

- *Eucalyptus exserta* F. Muell

A espécie tem afinidades com *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*, e apresenta-se amplamente distribuída em Queensland, desde as vizinhanças de Cairns até os limites de Nova Gales do Sul, sobre terrenos de topografia e solos muito diversos. Se estende do nível do mar até aproximadamente 400 metros de altitude, nas latitudes de 17-28°S.

Predominam na sua área de ocorrência chuvas de verão com um total de precipitação de 450 a 1100 mm, com uma estação seca de 2 a 3 meses com menos de 25mm, sem ser rigorosa. A temperatura do mês mais quente é aproximadamente 35°C. Na Austrália apresenta-se como árvores de 15 a 25 m de altura, frequentemente com um tronco retilíneo e copa atrativa.

Segundo a FAO⁴⁶, não se adaptou bem na África do Sul, devido às más qualidades do sítio. GOLFARI⁵² cita que a espécie é exigente em solos. Em Kwantong, província da China (20-25°N) é uma das espécies mais plantadas, obtendo-se incremento médio anual de quase 16m³/ha/ano.

- *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Sua área natural na Austrália estende-se em forma descontínua, desde Newcastle, NSW (32°35') com clima temperado, até Atherton, Queensland (17°17'), com clima subtropical. Os povoamentos que no Sul estão ao nível do mar, vão subindo gradualmente até chegar a 1200 m de altitude no norte (GOLFARI⁵²).

O *Eucalyptus grandis* é uma espécie que ocorre em clima quente-úmido, com temperatura máxima variando de 24 a 30°C na região Sudeste da Austrália e de 29 a 32°C na região nordeste; a temperatura mínima varia, respectivamente, de 3 a 8°C e de 10 a 17°C, com uma precipitação de 1000 a 3500 mm (BOLAND et alii¹²).

BARROS et alii⁵ observaram que esta espécie concentra-se preferencialmente em baixadas ou em partes mais baixas de vales com solos supostamente mais férteis, profundos e bem drenados. Tanto na região nordeste (Atherton) quanto na sudeste (Coffs Harbour, por exemplo), o *E. grandis* está associado a florestas pluviais, seja nas suas bordas ou dentro delas. O sub-bosque é geralmente denso e formado por muitos arbustos e árvores de espécies folhosas de menor porte. Isso indica que esta espécie, na sua região de origem, não está sujeita a "déficit" hídrico.

Levando-se em conta as condições climáticas e de fertilidade de solo, a expectativa é de que o *E. grandis*, em suas regiões de origem, mantenha um "status" nutricional bastante favorável a um rápido crescimento. A absorção de nutrientes do solo deve ser bastante favorecida e a maior parte destes deve ser

imediatamente envolvida em processos fisiológicos e metabólicos de crescimento. Citam ainda que, apesar da profundidade e da friabilidade dos solos, o sistema radicial do *E. grandis* deveria ser relativamente superficial nos seus locais de origem, já que o solo é fértil e o teor de umidade alto. Prefere solos úmidos, bem drenados, profundos, de textura média, de origem vulcânica ou aluviões. Quando plantado em locais adequados, *E. grandis* supera outros eucaliptos em crescimento em altura, forma do tronco e desrama natural. Sua copa é densa logo no início do crescimento, o que facilita o controle das plantas invasoras. Floresce e produz sementes com facilidade. A espécie apresenta algumas restrições com relação às condições climáticas do local de plantio. Quando plantada em regiões tropicais úmidas ou em áreas de clima megatérmico (evapotranspiração potencial superior a 1142 mm), com períodos de seca pronunciados, *E. grandis* mostra-se susceptível ao cancro do eucalipto (*Criphonectria cubensis*).

KREJCI¹⁴ observou que o desenvolvimento do sistema radicial pivotante do *E. grandis* é restrito. No local de estudo, apesar da natureza arenosa do horizonte superficial, o sistema lateral desenvolveu-se muito superficialmente, restringindo-se a área de exploração. Segundo o autor, a redução na exploração das camadas inferiores do solo deverá ocasionar riscos à sobrevivência da espécie, na ocorrência de períodos prolongados de estiagens.

Segundo a FAO¹⁶, a espécie se comporta melhor em climas úmidos subtropicais ou temperados quentes, com chuvas preferencialmente no verão. No entanto, tem sido plantado com bons

resultados em regiões com ampla variação de graus de rigorosidade da estação seca.

A maioria dos países especificam um mínimo de 800 mm, sendo preferível precipitações de 1000 mm, para um melhor crescimento. Em climas tropicais com uma elevada precipitação e altas temperaturas uniformes durante todo o ano, tendem a sofrer enfermidades, como em Suriname e em Kerala, a baixas altitudes.

No Brasil é a espécie mais plantada, principalmente por sua plasticidade e rápido crescimento em relação a outras espécies. Os principais plantios estão nas áreas subtropicais litorâneas e em regiões de florestas e de savanas, onde as condições de solo e umidade são propícias.

Os testes mostram grande inferioridade das procedências de Coff's Harbour em relação a procedências do norte da Austrália. Entretanto, estas últimas procedências têm sido altamente afetadas pelo cancro do eucalipto, quando testadas em áreas infestadas (GUIMARÃES⁵⁸).

- *Eucalyptus paniculata* Sm.

E. paniculata apresenta-se nos bosques da costa central de Nova Gales do Sul. Cresce em uma ampla variedade de solos, porém as melhores árvores acham-se sobre bons solos. Ocorre desde o nível do mar até 500 m de altitude, nas latitudes de 30-36°30'S.

As precipitações são do tipo uniforme sobre a maior parte da sua área de ocorrência com um total de 820 a 1250 mm e a estação seca

geralmente não é rigorosa. A temperatura do mês mais quente é de 24 a 29°C.

Na Austrália as árvores apresentam-se com 30-35 m de altura, com troncos fortes e boa forma.

É grandemente cultivado em Minas Gerais para produção de carvão. Seu crescimento é lento na fase inicial, porém satisfatório depois de 10 anos, sendo uma espécie indicada para ciclos longos. Caracteriza-se pela uniformidade de crescimento e pela elevada porcentagem de rebrota depois do corte (GOLFARI⁵²).

- *Eucalyptus saligna* Smith

A principal área de ocorrência situa-se numa faixa de 120 km ao longo da costa, estendendo-se desde Nova Gales do Sul até o sul de Queensland. Ocorre, ainda, de forma dispersa e um pouco isolada, no leste de Queensland, onde apresenta características muito próximas àquelas da espécie afim *E. grandis*. A latitude da região de distribuição natural varia de 21 a 36°S e a altitude, desde o nível do mar até cerca de 1100 m. O clima é temperado ao sul e subtropical ao norte. A temperatura média das máximas do mês mais quente encontra-se entre 24 e 33°C e a média das mínimas do mês mais frio entre -2 e 8°C. A precipitação média anual é de 900 a 1800 mm, com distribuição uniforme durante o ano, ao sul, e concentrada no verão, ao norte, com período seco inferior a 4 meses. Desenvolve-se melhor em solos de boa qualidade, como os aluviões de textura média. Ocorre também em podzóis e em solos de

origem vulcânica. É freqüentemente confundida com *E. grandis*, em função das afinidades botânicas, e ecológicas.

Nas condições brasileiras, seu crescimento é geralmente inferior ao de *E. grandis*, conforme observa-se em Porto Alegre-RS, Lençóis Paulista-SP, Rio Claro-SP, Mogi Guaçu-SP, Salto-SP e Itapetininga-SP. No Estado de São Paulo, as procedências da Austrália, Mairinque-SP ou Itatinga-SP, produzem madeira de maior densidade, quando em comparação com *E. grandis*, e apresentam maior tolerância à deficiência de poro. *E. saligna*, de Mairinque, destaca-se pela ótima forma, elevada porcentagem de rebrota após o corte e resistência ao fogo, enquanto a procedência de Itatinga produz maior volume de madeira. Em áreas tropicais ou onde a deficiência hídrica é severa, a espécie é susceptível ao ataque do fungo *Criphonectria cubensis* (CARPANEZZI²⁵).

GOLFARI⁵² argumenta que a susceptibilidade do *E. grandis* e *E. saligna* ao cancro talvez tenha sido favorecida pelo fato de ambas espécies terem sido transportadas para fora de seus limites de tolerância, em regiões com clima megatérmico com períodos de seca pronunciada. Efetivamente, em seu hábitat australiano, ambas espécies estão localizadas em regiões sem ou com pequeno déficit e com temperatura média anual entre 16° e 20°C, enquanto que nas áreas de incidência apresentam déficit entre médio e elevado e temperaturas médias anuais entre 23° e 24°C. Estes aspectos são concordantes com as advertências de ZOBEL & TALBERT¹⁶⁷ sobre o perigo que a mudança de uma espécie para uma região demasiadamente quente pode representar.

Os principais plantios desta espécie estão localizados na África, Nova Zelândia e Brasil. Aqui, como também na África do Sul, *E. saligna* tem apresentado comportamento inferior ao *E. grandis*. Esta diferença é mais acentuada nas savanas e em áreas onde ocorre o cancro, devido a sua grande susceptibilidade a esta doença (GUIMARÃES⁵⁸).

Segundo PATIÑO-VALERA¹²¹, as sementes de *E. saligna* do Horto de Itatinga são as mais intensamente plantadas em todo o país, possuindo boas qualidades comerciais e genéticas para condução de melhoramento.

- *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

Na sua área de distribuição natural, segundo MARTIN & CROSSALTER⁹⁸, a espécie é endêmica a Timor e outras ilhas da Indonésia (Flores, Adonara, Lomblen, Pantar, Alor e Wetar), ocorrendo nestas, em pequenos povoamentos. Sua área de ocorrência varia em latitudes de 7 a 10° S e altitudes de 350 a 2960 m. A precipitação anual destas zonas está na faixa de 1400 a 2400 mm por ano e o clima varia de subtropical seco a subtropical úmido com cerca de 4 a 5 meses secos por ano. A temperatura média máxima varia de 27-29°C aos 400 m, e a 17-21°C a 1900 m.

Cresce naturalmente na inclinação das montanhas e vales. Seus melhores desenvolvimentos têm sido observados em solos profundos, úmidos, bem drenados, derivados de rochas vulcânicas e metamórficas.

Segundo os autores citados⁹⁸, é considerada uma espécie excepcional pela excelente forma do fuste e grande porte, chegando a alcançar até 55 m de altura e diâmetro acima de 2 m. Nos melhores sítios apresenta porte reto e forte dominância apical. Nas grandes altitudes pode ter aparência de um arbusto torcido com somente poucos metros de altura.

Como exótica é considerada uma das espécies de *Eucalyptus* mais importantes para as regiões tropicais, por seu marcante vigor que a torna uma espécie importante para as zonas tropicais úmidas.

MOURA¹⁰⁹, considera a espécie potencial para as diversas regiões brasileiras onde tem sido testada de norte a sul. Juntamente com o *E. camaldulensis*, é considerada como uma das espécies de maior plasticidade, podendo crescer satisfatoriamente em quase todas as regiões testadas.

MOURA¹⁰⁸, trabalhando com procedências do leste de Timor, de altitudes entre 580 e 2740 m e de ilhas adjacentes, relata que para o Centro-Leste do Brasil os melhores resultados podem ser obtidos possivelmente, com sementes originadas de elevações entre 300 a 1200 m.

MARTIN & COSSALTER⁹⁸ relatam que no Congo, aos 3,9 anos apresentou altura média variando de 15,2 a 18,3 m entre procedências da Indonésia, de diferentes altitudes, sendo o melhor resultado obtido pela procedência oriunda de altitudes de 640 m e o menor pela procedência de 1250 m. A procedência de Timor apresentou altura média de 14,15 m aos 3 anos de idade em região com 1037 mm/ano de chuvas e temperatura média anual de 26°C. Os

autores consideram a adaptação do *E. urophylla* às savanas do Congo satisfatórias na idade de 4 anos.

Segundo a FAO⁴⁶, a espécie promete muito para áreas úmidas e subúmidas tropicais ou subtropicais no Brasil; por exemplo, áreas com 1100 a 1500 mm de chuva e uma estação seca de 1 a 5 meses, na época mais fria do ano.

O valor desta espécie, segundo GOLFARI⁵³, foi reconhecida, em algumas regiões tropicais brasileiras, por haver demonstrado até agora, resistência ao cancro que ataca principalmente *E. grandis* e *E. saligna*.

Pesquisas realizadas por KREJCI⁷⁴ comprovaram que o sistema radicial lateral do *E. urophylla* desenvolve-se com grande intensidade preferencialmente nos primeiros 30 cm do solo e atinge facilmente extensões superiores a 3 metros. Esta agressividade do sistema lateral, proporcionou reflexos positivos no crescimento em altura e DAP. Ele constatou, ainda, que o sistema pivotante representou apenas 30% do volume total das raízes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização

O experimento foi instalado no Município de Livramento, km 25 da Rodovia Cuiabá-Santarém, entrada a esquerda, 10 km de estrada de terra (Fazenda Racional). O local está compreendido na região da Baixada Cuiabana, latitude 15°36'S, longitude 56°06'W, altitude de 165 metros.

3.2. Descrição do solo

O solo da área experimental foi coletado e descrito por Couto^{*}, Departamento de Agronomia da UFMT.

Classificação: Podzólico Vermelho Escuro Distrófico Latossólico A moderado argila de atividade baixa textura média cascalhenta/cascalhenta fase concrecionária cerrado relevo plano.

* EDUARDO GUIMARÃES COUTO. Professor de Pedogênese e Classificação de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal do Mato Grosso. (Comunicação Pessoal).

Vegetação: Cerrado.

Relevo: Plano

Altitude: 160 metros

Material de origem: cobertura de material retrabalhado de natureza argilo arenoso, sobre filitos e restos do Grupo Cuiabá.

Descrição morfológica: Horizonte A 0-55 cm - 10 YR 3/6; franco arenoso cascalhento, fraco pequeno granular e grãos simples; solto macio; ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.

Horizonte B 55-105 cm+ 1,5 YR 4/8; franco arenoso-cascalhento; moderada, pequeno granular; friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso.

Observações: trata-se de modalidade de solo com muitas concreções lateríticas desde a superfície até a parte superior do B, que é textural. E, apesar da análise granulométrica não mostrar em virtude das limitações da própria trincheira, de pequena espessura, estas concreções possuem o diâmetro entre 1 e 2 cm.

Raízes: Muitas no horizonte A e comum no horizonte B.

Os resultados das análises de fertilidade, textura e cálculo de percentuais de cascalho e terra fina correspondentes ao perfil do solo são apresentados respectivamente nos Quadros 3A, 4A e 5A.

3.3. Vegetação do local de introdução das espécies

A vegetação nativa das áreas circunvizinhas do local da experimentação foi caracterizada como transição entre campo cerrado e cerrado, o que segundo Couto*, por si só já é um indicativo ecológico da sua pequena capacidade e limitada aptidão para suportar uma vegetação arbórea exuberante, que possivelmente possa ser explicada através das restrições impostas pela interação ecológica solos concrecionários/clima de savanas (Aw) tais como:

- a) baixa capacidade de retenção de água, suficiente para impor restrições hídricas para o crescimento satisfatório da vegetação;
- b) baixa CTC, indicativo de elevado potencial de lixiviação de bases e,
- c) reserva muito pequena de nutrientes para as plantas e indisponibilidade dos mesmos, imposta principalmente pelo déficit hídrico.

3.4. Análise das condições climáticas

As similaridades e/ou discrepâncias ecoclimáticas entre

* EDUARDO GUIMARÃES COUTO. Professor de Pedogênese e Classificação de Solos do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso. (Comunicação Pessoal).

regiões de procedência e de introdução foram analisadas e comparadas utilizando-se dos métodos de zonas de vida de HOLDRIDGE⁶⁶ e balanços hídricos segundo Thornthwaite-Mather propostos por GOLFARI^{52, 53}, OMETTO¹¹⁷ e TUBELIS¹⁵⁹.

Os balanços hídricos das regiões das procedências de Anhembi-SP (Quadro 9A), Itatinga-SP (Quadro 10A), Mogi Guaçu-SP (Quadro 11A) e Rio Claro-SP (Quadro 12A), foram fornecidos pela Secção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas. Os da região de introdução das espécies, Cuiabá-MT (Quadro 13A), e os utilizados para o acompanhamento e análises das condições climáticas durante a experimentação - ano 1 (Quadro 14A), ano 2 (Quadro 15A) e ano 3 (Quadro 16A) foram elaborados com assessoria técnico-científica do professor CAMPELO JÚNIOR*.

3.4.1. Considerações climáticas da região de introdução

Segundo a classificação climática de KOPPEN, Cuiabá possui um clima de savana - Aw e, de acordo com os índices hídricos classifica-se como de clima seco. Segundo as zonas de vida de HOLDRIDGE⁶⁶, a região de Cuiabá classifica-se como floresta seca tropical.

Nos Quadros 13A e 17A são apresentados respectivamente balanço hídrico da região de introdução e o resumo de algumas

* JOSÉ HOLANDA CAMPELO JÚNIOR. Professor de Climatologia Agrícola do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso. (Comunicação Pessoal).

informações tiradas dos balanços hídricos das regiões de introdução e de procedências das espécies de eucalipto.

A análise do balanço hídrico revelou que Cuiabá apresentou-se com precipitação total de 1347 mm, evapotranspiração potencial de 1528 mm, "déficit" hídrico de 188 mm compreendido a um período de sete meses, que se estendeu de abril a outubro, excedente hídrico de 7 mm e, a diferença entre precipitação e evapotranspiração potencial de -181 mm denota que na região de introdução ocorre demanda de água pelo meio ambiente.

Para Cuiabá, a estação chuvosa com precipitação mensal superior a 100 mm ficou restrita ao período de outubro a abril (7 meses), alternando-se, de maneira abrupta e drástica, à estação seca que estendeu-se de maio a setembro (5 meses). O regime térmico do ar mostrou-se pouco variável com as estações do ano; apresentou-se com temperatura média anual de 25,8°C, a média dos meses mais quentes situou-se a 27,3°C (outubro/novembro) enquanto que, a média dos meses mais frios foi igual a 22,9°C (junho/julho). Valores estes coerentes com os que CAMPELO JUNIOR²² analisou para determinação da característica macroclimática de Cuiabá.

3.4.2. Considerações climáticas das regiões de procedência

No Quadro 3 são apresentados para as regiões procedências as zonas de vida, pisos altitudinais e regiões latitudinais, em função da altitude, biotemperatura média anual e precipitação

anual, conforme o sistema de classificação ecológica proposto por HOLDRIDGE⁶⁶.

QUADRO 3 - Correspondentes zonas de vida, pisos altitudinais e regiões latitudinais para regiões procedências e introdução em função da altitude, biotemperatura e precipitação.

Região	Latitude	Altitude	Biotemperatura anual média (°C)	Precipitação anual (mm)	Zona de vida, piso altitudinal e região latitudinal
Itatinga	23°6' S	765	19,0	1308	Floresta úmida basal - subtropical
Rio Claro	22°25' S	612	20,4	1252	Floresta úmida pre-montana - tropical
Mogi Guaçu	22°31' S	588	20,4	1325	Floresta úmida basal - subtropical
Anhembi	22°42' S	490	20,9	1230	Floresta úmida basal - subtropical

De acordo com o sistema de KOPPEN, as regiões de Anhembi, Mogi Guaçu e Rio Claro, apresentam um clima Cwa, ou seja, subtropical com inverno seco com temperatura do mês mais quente

superior a 22°C; e, para Itatinga, um clima Cfb, temperado constantemente úmido com temperatura do mês mais quente inferior a 22°C.

Através do balanço hídrico foi possível detectar "déficits" hídricos de 16 mm para Mogi Guaçu, de 25 mm para Anhembi e de 26 mm para Rio Claro. E, de excedentes hídricos de 260 mm em Anhembi, 322 mm em Rio Claro, 378 mm em Mogi Guaçu, restritas ao período de dezembro a março e, 428 mm em Itatinga, correspondente ao período de outubro a março no mês de julho.

Para Anhembi, Mogi Guaçu e Rio Claro, a distribuição das chuvas é propriamente a mesma, ocorrendo uma sucessão de período chuvoso, que se estende de outubro a março, e outro seco, de abril a setembro. A passagem de um período para outro se dá abruptamente. Com exceção de Itatinga, onde a transição é mais amena.

O regime térmico do ar, por sua vez, acompanha de perto, nas quatro regiões, as estações do ano, variando, porém, gradativamente: médias mensais mais elevadas no verão, ligeiro decréscimo no outono, valores mais baixos no inverno e acréscimos na primavera. As médias do inverno chegam em junho/julho a valores inferiores a 17,1°C, superando os 21,9°C, em janeiro/fevereiro.

3.5. Escolha das espécies para o teste de introdução

A escolha das espécies de *Eucalyptus brassiana*,

Eucalyptus camaldulensis, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus exserta*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus paniculata*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla*, para compor o teste de introdução foi baseada nos seguintes fatores:

a) Levantamento das condições ecológicas predominantes da região de introdução, Cuiabá-MT. As análises das características climáticas basearam-se nos dados das Normais Climatológicas, segundo BRASIL¹⁰, e balanço hídrico. Os tipos de vegetação e solo foram analisados respectivamente segundo os critérios relatados por BRASIL^{17, 18}.

b) As indicações preliminares das espécies mais promissoras para reflorestamento do Estado de Mato Grosso, sugeridas por GOLFARI⁵³.

c) Análises sobre o comportamento de diferentes espécies para diferentes regiões ecológicas, citados por GOMES et alii⁵⁷, FERREIRA & COUTO³⁶, MOURA¹⁰⁸, MOURA et alii¹¹⁰, PIRES et alii¹²⁶, MOURA & COSTA¹¹¹, ALBINO & TOMAZELLO FILHO¹, GUIMARÃES et alii⁵⁸, GOMES⁵⁶, SILVA et alii¹⁴⁷, TOLEDO FILHO et alii¹⁵⁵, COELHO et alii²⁹, FERREIRA et alii⁴², ODA et alii¹¹⁶ e ainda, as amplas discussões envolvendo espécies/procedências de eucalipto para as mais variadas condições ecológicas que foram relatadas em dezenas de trabalhos publicados em 1980 pelo Simpósio em Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de Rápido Crescimento.⁴³

d) Finalmente, que as sementes das espécies eleitas fossem colhidas de populações nacionais que apresentassem comprovada qualidade genética e fisiológica, facilidades de

obtenção a um baixo custo, em quantidade suficiente para atender aos futuros programas regionais.

A análise das limitações e potencialidades ecológicas, entre as regiões envolvidas revelaram algumas diferenças significativas, que também foram consideradas no processo de escolha das espécies dentro das regiões procedências. As principais foram:

a) Dar preferência às espécies que possuam no seu ecossistema natural uma ampla área de distribuição, ou seja, espécies com grande plasticidade ecológica e,

b) Eleição das espécies que apresentam um certo grau de tolerância a períodos com deficiência hídrica.

3.6. Sementes

As sementes utilizadas foram obtidas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; antes da semeadura foram analisadas no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Mato Grosso. As especificações dos lotes de sementes e os resultados das análises são apresentados respectivamente nos Quadros 2A e 3A.

3.7. Produção das mudas

As mudas foram produzidas no viveiro da Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá. A semeadura foi feita no final de outubro de 1987, diretamente em sacos plásticos de 12 cm de diâmetro e 20 cm de altura, previamente preenchidos com substrato submetido a análise química e física pelo Laboratório de Análise de Solos da referida Universidade. Utilizaram-se recipientes de maiores dimensões no intuito de minimizar os efeitos prejudiciais do atraso das operações de formação de mudas e plantio. De um modo geral, o processo de formação de mudas seguiu as recomendações técnicas propostas por SIMÕES et alii¹⁴⁸.

3.8. Avaliações das mudas

Dez dias antes do plantio das mudas no campo, mediu-se a altura, com régua graduada em mm, e diâmetro do colo ao nível do solo, com paquímetro e determinou-se também a porcentagem de plantas vivas por espécie.

3.9. Preparo do solo, adubação, plantio e tratos culturais

O combate às formigas precedeu às operações aração e gradagem. O plantio foi realizado no início de fevereiro de 1988,

não obstante o ideal ser na época do início das chuvas (outubro-novembro). As mudas receberam uma adubação NPK (5-25-10), à razão de 120 g/cova. Os tratos culturais constituíram-se de capina manual ao redor das mudas e roçagem mecânica entre as linhas de plantio.

3.10. Avaliações realizadas

Na ocasião do replantio, realizados vinte dias após o plantio, determinou-se a porcentagem de sobrevivência das parcelas úteis do experimento (PS). Após o replantio mediu-se a altura (AP) e o diâmetro do colo (DC) ao nível do solo das doze plantas de cada parcela útil.

Nos meses de janeiro/fevereiro dos anos de 1989, 1990 e 1991, respectivamente ano 1, 2 e 3, os seguintes parâmetros foram avaliados: porcentagem de sobrevivência (PS), altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), DAP, área de projeção da copa (APC), desrama natural (NG), forma de fuste (FT), resistência à seca (RS), resistência às doenças (ID), resistência aos insetos (IAP), vigor vegetativo (VV), nível de deficiência nutricional (DN), incidência de cancro e de seca de ponteiros de eucalipto.

3.10.1. Porcentagem de sobrevivência

Foram contadas as plantas vivas e determinada a porcentagem de sobrevivência em relação às doze plantas da parcela útil.

3.10.2. Altura da planta (AP)

As determinações de altura da planta no viveiro foram aferidas com régua milimetrada, medindo-se do colo até o meristema apical. Para as determinações de altura referentes a replantio, anos um, dois e três, utilizou-se régua hipsométrica de alumínio graduada em centímetros.

3.10.3. Diâmetro do fuste.

Foram medidos os diâmetro do colo e o DAP. No primeiro ano de avaliação utilizou-se paquímetro e, nos anos subsequentes, foi tomada a circunferência com fita métrica com precisão em milímetros, posteriormente transformada para diâmetro.

3.10.4. Área de projeção da copa (APC)

Com uma régua de alumínio graduada em cm, mediu-se a projeção média da copa entre plantas na linha de plantio (PCEP), e entre as linhas de plantio (PCEL).

As medições acima foram transformadas em metros (m) e, calculou-se a área de projeção de copa (metro²) através da fórmula:

$$APC = \frac{(PCEL) \times (PCEP) \times \pi}{4}$$

3.10.5. Desrama natural (NG)

A desrama natural foi avaliada ao longo dos anos, pela diferença do número de galhos inseridos ao fuste principal até a altura de 1,30 m, entre dois anos consecutivos

3.10.6. Forma do fuste (FT)

A forma do tronco com relação a retidão foi avaliada por ocasião da última medição.

A bifurcação do tronco foi caracterizada como sendo a ocorrência de mais um fuste, independentemente da altura da árvore. Um crescimento não retilíneo caracterizou árvore tortuosa. A

presença de touceira denotou a incapacidade da espécie para a obtenção de porte arbóreo.

Foram contadas as árvores em relação a cada um dos aspectos mencionados e determinada a porcentagem entre as árvores medidas. Vale ressaltar, que estas características não foram colocadas em escala, mas considerada somente a sua presença ou ausência.

3.10.7. Resistência à seca (RS)

A resistência das espécies à seca foi avaliada através da constatação e da magnitude dos sintomas visuais característicos da deficiência hídrica, já observados e descritos por vários autores (FERREIRA³⁷, FAO⁴⁶).

Para tanto, adotou-se o critério de notas, correspondentes ao intervalo de variação entre os extremos máximos e mínimos da manifestação dos sintomas característicos de deficiência hídrica, em relação a "plantas normais".

O quadro sintomatológico comparativo de níveis de deficiência hídrica associado a notas foi definido da seguinte maneira:

Nota 1 - sintomas muito acentuados;

Nota 2 - sintomas médios;

Nota 3 - poucos sintomas;

Nota 4 - ausência de sintomas.

Quanto maior a nota, maior também foi o nível de resistência a seca apresentado pela espécie correspondente.

3.10.8. Resistência das espécies às doenças no campo (ID)

A resistência das espécies a doenças foi avaliada através da constatação dos sintomas visuais de manifestação de doenças foliares com inóculo natural no campo. Foi quantificado pelo índice de severidade proposto por ZADOKS & SCHEIN¹⁶⁵, através de notas, dividindo-se em classes a amplitude entre nenhuma doença e máxima quantidade de doença:

Nota 1 - Muitos sintomas visuais (> que 60% da área foliar);

Nota 2 - Ocorrência média de sintomas visuais (de 31 a 60% da área foliar);

Nota 3 - Poucos sintomas visuais (< que 30% da área foliar);

Nota 4 - ausência de doenças.

Quanto maior a nota, menor foi a severidade das doenças.

Na última avaliação, as incidências de cancro e de seca de ponteiros dos eucaliptos foram quantificadas respeitando-se o critério adotado por JAMES & SHIH⁶⁸.

3.10.9. Resistência aos insetos (IAP)

A resistência das espécies aos insetos foi quantificada de maneira subjetiva através de notas, correspondentes ao grau de resistência proposto por PAINTER¹¹⁸ :

Nota 1 - Alta suscetibilidade - uma espécie apresenta alta suscetibilidade quando o dano sofrido é maior do que a média geral do grupo.

Nota 2 - Suscetibilidade - uma espécie é considerada suscetível quando sofre um dano igual ao dano médio sofrido pelas demais espécies em confronto.

Nota 3 - Resistência moderada - indica que a espécie sofre dano um pouco menor do que o dano médio sofrido pelas demais espécies em confronto.

Nota 4 - Alta resistência - demonstrada pelas espécies ou cultivares que sofrem pouco dano quando comparado com o dano médio sofrido pelas espécies em geral, em igualdade de condições.

Nota 5 - Imunidade - uma espécie ou um cultivar são considerados imunes quando nunca são consumidos ou injuriados por um determinado inseto.

3.10.10. Nível de deficiência nutricional (DN)

O nível de deficiência nutricional foi avaliado pela diagnose visual comparativa. A análise visual subjetiva não teve

a preocupação de individualizar e caracterizar os sintomas de deficiência nutricional por elemento mineral, mas sim, diferenciá-los de problemas fitossanitários e, classificá-los segundo o grau de severidade em relação a plantas sem sintomas característicos.

Para tanto, adotou-se o critério de notas, correspondentes ao intervalo de variação entre os extremos máximos e mínimos da manifestação dos sintomas de deficiências, em relação a plantas sadias.

O quadro sintomatológico comparativo de deficiências de elementos minerais associado a notas, foi definido da seguinte maneira:

Nota 1 - ausência de sintomas;

Nota 2 - poucos sintomas;

Nota 3 - sintomas médios;

Nota 4 - sintomas acentuados;

Nota 5 - muitos sintomas, caracterizando desnutrição geral.

Quanto maior a nota, maior também foi a quantidade de sintomas que caracterizaram deficiências nutricionais.

3.10.11. Vigor vegetativo (VV)

Definiu-se como protótipo ideal de máximo vigor vegetativo aquelas árvores que apresentaram, na média, as seguintes características: altura e DAP superiores à média da parcela, fuste

cilíndrico, galhos finos, boa desrama natural, distribuição e conformação da copa adequadas, altas resistências à seca, ao ataque de pragas e à doenças e ausência de sintomas de deficiências nutricionais.

Para avaliação do vigor vegetativo, ponderou-se a magnitude de coincidências e/ou equivalência em relação ao padrão definido, através de comparações associadas a notas:

Nota 1 - planta depauperada;

Nota 2 - Planta com vigor médio;

Nota 3 - Planta com vigor bom;

Nota 4 - planta com vigor ótimo.

Quanto maior a nota, maior também o vigor da planta.

3.10.12. Levantamento do estado nutricional

Nas ocasiões correspondentes às avaliações anuais, foram coletadas amostras representativas de folhas maduras de cada árvore das parcelas úteis, provenientes de ramos situados na parte mediana das copas, dirigidas aos quatro pontos cardeais, conforme recomendações de HAAG et alii⁶¹.

O material coletado foi preparado e analisado para macronutrientes, de acordo com as instruções contidas em SARRUGE & HAAG¹³⁸, nos laboratórios da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Conjuntamente, dentro de cada parcela experimental,

retiraram-se na projeção da copa das árvores mensuráveis, amostras de solo, de 0-20 cm de profundidade para análise de fertilidade, realizada no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Mato Grosso.

Na ocasião da última avaliação, retiraram-se amostras de solo de cada bloco experimental, respeitando-se as recomendações da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS³⁰. Os das análises de fertilidade de solos coletados a profundidades de 0-20 e 20-60 cm e de textura correspondentes ao ano 3 da experimentação, são apresentados nos Quadros 7A e 8A.

3.10.13. Volume cilíndrico/ha

Através dos dados da altura total (H) e do DAP das árvores da parcela, calculou-se o volume cilíndrico (Vc) de cada árvore através da fórmula:

$$Vc = \frac{\pi}{4} DAP^2 H.$$

O volume cilíndrico médio da parcela foi calculado dividindo-se o volume total das árvores na parcela pelo número de árvores existentes na parcela e expresso em m³/árvore. Para a análise de variância e comparação das médias de tratamentos foi calculado o volume cilíndrico médio de cada parcela, em metros cúbicos por hectare (Vc = m³/ha), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$Vc \text{ (m}^3\text{/ha)} = Vcp \times \% \text{ Sob} \times K$$

onde:

Vcp = volume cilíndrico médio da parcela, expresso em metros cúbicos por árvore;

% Sob = porcentagem de plantas vivas na parcela; e

K = constante equivalente ao número de plantas/ha, considerando o espaçamento utilizado (1666,67 árvores).

3.11. Evolução do crescimento

A evolução do crescimento em área de projeção de copa, altura, diâmetros (DAP e DC) e volume cilíndrico por hectare foi quantificada pelos incrementos, através das diferenças dos valores das respectivas características, entre anos subseqüentes.

3.12. Avaliação holística

Para se realizar a análise holística, do conjunto de todas as características a partir dos resultados das suas análises individualizadas, adotou-se o critério dos escores padrões de ocupação relativa das espécies frente a cada característica avaliada.

Atribuiu-se o valor máximo 8 à espécie correspondente à máxima manifestação absoluta dentro dos padrões da característica avaliada e, a partir deste, valores decrescentes até 1,

correspondente à espécie com a mínima manifestação considerada. Desta maneira foi possível, quantitativa e qualitativamente, classificar, de forma decrescente as espécies de eucaliptos frente às avaliações realizadas. O somatório desses escores, para cada espécie, forneceu a posição final de ocupação relativa das espécies frente a análise conjunta de todas as características avaliadas, e analisada estatisticamente pelo teste de KRUSKAL-WALLIS.

3.13. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Nos blocos, cada parcela foi composta pelos tratamentos, constituídos pelas espécies (*E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. exserta*, *E. grandis*, *E. paniculata*, *E. saligna* e *E. urophylla*). As parcelas experimentais foram formadas por 4 fileiras de 8 árvores, em espaçamento de 2 metros entre árvores e 3 metros entre fileiras; as 20 árvores externas foram consideradas como bordadura e as 12 centrais constituíram a parcela útil. Como bordadura externa do experimento, plantaram-se duas fileiras de *E. grandis*.

GOMES⁵⁵ salienta que, quando medições sucessivas são efetuadas sobre a mesma parcela, em diferentes épocas, o ensaio pode ser analisado como parcelas subdivididas no tempo. Este tipo de análise tem sido aplicada para estudos de culturas perenes

(DINIZ³³). Para espécies florestais, as medições são tomadas normalmente a cada ano, ou a certos intervalos de tempo sobre as mesmas plantas das mesmas parcelas. YARED¹⁶⁴ utilizou o método de parcelas subdivididas no tempo para avaliar a evolução do crescimento de procedências de *Cordia alliodora* (RUIZ & Pav.) Oken.

3.14. Análises estatísticas

As análises foram baseadas em modelos matemáticos apropriados para o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As características avaliadas foram correlacionadas duas a duas. Segundo KAGEYAMA¹², correlações positivas de alta magnitude entre características demonstram que as mesmas podem ser consideradas como uma única unidade na seleção. As correlações não significativas demonstram a independência entre elas e as correlações negativas altas merecem cuidados especiais na seleção, uma vez que prejudicam a seleção simultânea.

As características avaliadas também foram correlacionadas entre as idades de avaliação. As avaliações periódicas nos estágios iniciais de crescimento são muito importantes porque possibilitam o estudo de correlações entre a idade juvenil e adulta. KAGEYAMA¹² também as considera de grande importância nos estágios iniciais dos programas de seleção de espécies. São

recomendados por FERREIRA & ARAÚJO⁴⁰ para os ensaios de procedências realizados no Brasil, por possibilitar a quantificação da interação existente entre as espécies por idades, permitindo a escolha da idade ideal para a seleção das espécies introduzidas.

3.15. Transformação dos dados

Todos os dados experimentais foram submetidos previamente ao teste de LILLIEFORS, para se verificar se os erros experimentais apresentavam uma distribuição normal e, ao teste de COCHRAN, para se verificar a homogeneidade de variâncias. Para aqueles dados que não atenderam às exigências dos respectivos testes, foram testadas transformações de dados adequadas à sua natureza. Para aqueles cujas transformações não foram eficientes, foram analisados por método não paramétrico pelo teste de KRUSKAL-WALLIS.

Os dados referentes à sobrevivência, ao teor dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S detectados pela análise foliar e, de árvores atacadas com cancro, todos expressos em porcentagem foram transformados para arco seno $\sqrt{x/100}$. Os referentes às porcentagens de árvores com seca de ponteiros no terço apical e de forma do fuste (retilíneos e bifurcados); P disponível no solo, volume cilíndrico por ha e incremento em volume (ano 2 - ano 1), foram transformados para $\sqrt{x}$; e os de incremento em área de projeção de copa (ano 3 - ano 2) para $\sqrt{x+2}$. E, de incremento em volume (ano 1 - replantio) para $\log x$.

Os índices médios de severidade de doença e porcentagens de forma do fuste (tortuosos e touceiras) foram analisados pelo teste de KRUSKAL-WALLIS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise das condições climáticas

4.1.1. Comparações das condições climáticas durante os anos de experimentação

As comparações das condições climáticas entre os anos 1, 2 e 3 basearam-se nos Quadros 14A, 15A e 16A, correspondentes aos respectivos balanços hídricos anuais e, no Quadro 18A que apresenta o resumo de algumas informações tiradas os balanços hídricos citados.

Comparando-se as condições climáticas do primeiro e segundo ano de experimentação observa-se que o primeiro ano de implantação apresentou valores mais elevados para temperatura anual média, evapotranspiração potencial anual, déficit hídrico, extensão do período sujeito a deficiência hídrica, evapotranspiração durante o período de deficiência hídrica, precipitação e temperatura do período possível de vegetação. E, valores menores para precipitação anual, diferença entre a precipitação e a evapotranspiração real, relação média entre evapotranspiração real

e evapotranspiração potencial, precipitação do período com deficiência hídrica, total de reposição de água no solo, extensão do período de reposição de água no solo, e evapotranspiração potencial do período possível de vegetação.

Características estas, prováveis para determinar o primeiro ano de implantação como período crítico para sobrevivência, estabelecimento, crescimento e desenvolvimento máximos das espécies de eucaliptos.

No período em questão, provavelmente, as espécies de eucalipto tiveram que manifestar, já nos estágios iniciais pós-plantio, as suas máximas potencialidades adaptativas e diferenciativas para enfrentar as condições climáticas adversas, severas e extremas que predominaram na região de introdução.

Em compensação, as condições climáticas mais favoráveis e amenas observadas durante o segundo ano de implantação, possivelmente, favoreceram a eficácia dos mecanismos ecofisiológicos responsáveis pelas manifestações diferenciativas entre as espécies de eucalipto, principalmente quanto ao grau de recuperação de estresses, velocidade de crescimento e expressão máxima de vigor.

Comparando-se as condições climáticas do segundo e terceiro anos do experimento observa-se que o terceiro ano da implantação apresentou valores mais elevados para temperatura anual média, evapotranspiração potencial e real anuais, déficit hídrico, temperatura média, relação média ER/EP , precipitação e evapotranspiração potencial durante o período com deficiência

hídrica, extensão do período sujeito a deficiência hídrica, total de água retirada do solo, extensão do período de retirada de água do solo e total de reposição de água no solo. E valores menores para precipitação anual, relação ER/EP, extensão do período de reposição de água no solo, precipitação, evapotranspiração potencial e temperatura média do período possível de vegetação e extensão do período possível de vegetação.

A grande extensão do período de déficit hídrico (8 meses) e descontinuidade dos períodos de retirada de água do solo, através da alternância de pequenos períodos de vegetação com períodos maiores de déficit hídrico, conjugadas à ausência de excedente hídrico e à capacidade de armazenamento de água no solo inferior ao recomendado para as espécies de eucalipto, caracterizaram, de um modo geral, o terceiro ano de implantação. Esta situação climática, provavelmente afetou a disponibilidade de água e nutrientes no perfil do solo. Vários autores (KRAMER & KOZLOWSKI⁷³ e LARCHER⁸⁰) consideram estes requisitos essenciais para a manutenção dos processos metabólicos e fisiológicos responsáveis pela normalidade do ritmo de crescimento e desenvolvimento das árvores.

4.2. Avaliação das mudas na fase de viveiro

DAVIDE³², considera que a necessidade de mudas de alta qualidade aumenta na proporção direta das condições ambientais

adversas do sítio. Regiões que se apresentam com clima árido, com déficit hídrico definido, altas temperaturas, presença de veranicos, solos com características físicas comprometedoras e de baixa fertilidade, com outras condições adversas ao estabelecimento e desenvolvimento de mudas de espécies florestais, exigem mudas de alta qualidade, com características morfofisiológicas que lhe permitam o pegamento e estabelecimento em tais condições.

4.2.1. Porcentagem de plantas vivas

A análise de variância para porcentagem de plantas vivas, revelou diferença significativa entre as espécies de eucalipto, conforme apresentado no Quadro 19A.

As maiores taxas de sobrevivência foram praticamente idênticas para as espécies de *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. citriodora* e *E. paniculata*. As menores porcentagens de sobrevivência, foram observadas nas espécies *E. exserta*, *E. saligna* e *E. brassiana* (Quadro 4).

As diferenças entre os maiores e menores valores de porcentagem de plantas vivas no viveiro denotam também diferenças de vigor entre lotes de sementes.

De acordo com Perry^{*}, citado por MACEDO⁸⁸, sementes de baixo vigor são mais sensíveis às condições ambientais durante a

* PERRY, D.A. Seed vigour and field establishment. Horticultural Abstracts, Farnham Royal, 42(2):334-42, June 1972.

emergência no campo do que as de alto vigor. VIEIRA¹⁶⁰ acrescenta que a redução do vigor das sementes, como consequência do processo de deterioração, diminui consideravelmente sua capacidade de resistência às condições do meio.

QUADRO 4 - Comparações entre as médias das características avaliadas na fase de viveiro (porcentagem de sobrevivência (%), altura da planta (m), diâmetro do colo (cm) e relação altura da planta/diâmetro do colo (m/cm), para as espécies de eucaliptos. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Características avaliadas	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Porcentagem de sobrevivência	51,4 B	94,4 A	87,8 A	63,4 B	91,0 A	87,0 A	56,8 B	94,4 A
Diâmetro do colo (DC)	0,31 ABC	0,28 ABC	0,37 A	0,23 C	0,24 BC	0,33 AB	0,29 ABC	0,36 A
Altura da planta (AP)	0,26 B	0,30 A	0,34 A	0,23 B	0,17 C	0,25 B	0,24 B	0,24 B
Relação AP/DC	0,87 BCD	1,10 A	0,93 ABC	0,99 AB	0,71 D	0,76 BC	0,85 BCD	0,68 D

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As porcentagens de plantas vivas obtidas no viveiro vêm confirmar a necessidade de realização do teste padrão de germinação em laboratório e a validade do mesmo para predizer o nível de qualidade fisiológica dos lotes de sementes. Pois, as porcentagens de germinação obtidas em laboratório serviram de base de cálculo para se determinar a quantidade de sementes a ser utilizada para se obter o número de mudas desejadas.

4.2.2. Altura das plantas

A análise de variância para altura das plantas, (Quadro 19A), revelou também diferenças entre as espécies de eucalipto.

Observa-se pelo Quadro 4 que *E. citriodora* e *E. camaldulensis*, apresentaram-se com as maiores alturas médias, superiores a 30 cm. Alturas médias intermediárias entre 23 e 26 cm; foram detectadas nas espécies *E. exserta*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. paniculata* e *E. brassiana* e, *E. grandis* apresentou a menor altura de 17 cm.

Segundo TORRES¹⁵⁶, para a maioria dos técnicos a altura das mudas é um indicativo da melhor época para o plantio. SIMÕES et alii¹⁴⁸, para as regiões tropicais, recomenda o plantio no campo quando as mudas de eucalipto alcançarem 20 a 25 cm de altura.

FERREIRA⁴¹ observou que, classificando-se as mudas conforme a altura da parte aérea, há padrões variados de resposta quanto à sua sobrevivência e desenvolvimento no campo. Isto se deve ao fato de que mudas de grande comprimento aéreo, porém débeis, seriam levadas para o plantio enquanto mudas com menor comprimento aéreo, mas vigorosas e resistentes seriam desprezadas (Schubert & Adms^{*}, citados por MACEDO & ALVARENGA⁹⁰).

* SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. Reforestation practices for conifers in California. Sacramento, Resources Agency, Department of Conservation, Division of Forestry, 1971. 377p.

4.2.3. Diâmetro do colo

A análise de variância para diâmetro do colo revelou também diferenças entre as espécies de eucalipto (Quadro 19A).

Os maiores diâmetros do colo foram obtidos por *E. citriodora* e *E. urophylla*. Valores médios intermediários foram apresentados por *E. paniculata*, *E. brassiana*, *E. saligna* e *E. camaldulensis*. Já, os menores valores foram observados em *E. grandis* e *E. exserta* (Quadro 4).

CARNEIRO²⁴ cita que, para mudas de *Liriodedron tulipifera*, foi verificada uma forte correlação entre o diâmetro do colo e a sobrevivência. Para LIMISTRON⁸¹, o diâmetro do colo é um parâmetro superior a altura e mudas de espécies latifoliadas podem rápida e seguramente ser classificadas apenas pelo diâmetro do colo. Na prática, foi verificado que as medidas de diâmetro de colo, aferidas com paquímetro, foram demoradas e sujeitas a erros, distanciando-se portanto, em parte, das considerações citadas pelo referido autor⁸¹.

4.2.4. Relação altura da planta/diâmetro do colo

A análise de variância para a relação altura da planta/diâmetro do colo revelou diferença significativa para as espécies de eucalipto, conforme apresentado no Quadro 19A.

Através do Quadro 4, visualiza-se que *E. camaldulensis*

apresentou valor superior a unidade, o que denota maior crescimento em altura do que em diâmetro do colo. Enquanto as demais espécies apresentaram uma menor relação altura/diâmetro do colo, o que evidencia menor equilíbrio entre as características morfológicas avaliadas.

Segundo CARNEIRO ²⁴, a relação altura aérea/diâmetro do colo das mudas expressa o equilíbrio do desenvolvimento da parte aérea das mudas. ALDHOUS² cita que a proporção entre o comprimento aéreo e o diâmetro do colo vai depender da espécie e da técnica utilizada no viveiro.

Considerando que na fase de viveiro, as condições e técnicas para formação das mudas foram as mais homogêneas possíveis, pode-se supor que a relação altura da planta/diâmetro do colo obtida, foi a expressão da capacidade genotípica diferencial entre as espécies de eucalipto para o tipo de crescimento característico desta fase.

4.3. Avaliações após o plantio

4.3.1. Porcentagem de sobrevivência

A análise de variância para porcentagens de sobrevivência das espécies de eucalipto, revelou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 20A).

As porcentagens médias de sobrevivência das espécies de eucaliptos, nas diferentes épocas de avaliação, encontram-se no Quadro 5, onde se verifica que a sobrevivência das espécies de eucaliptos decresceram com as idades de avaliação. Para *E. urophylla*, a porcentagem média de sobrevivência do ano 3 foi superior a do ano 2. O mesmo se verificou em relação a ano 2 e ano 1 para *E. citriodora* e *E. grandis*; isto foi devido ao fato de plantas que estavam aparentemente mortas na avaliação anterior, brotarem posteriormente.

As maiores taxas de sobrevivência foram observadas em *E. urophylla* e *E. grandis* e, as menores em *E. brassiana*, *E. citriodora* e *E. saligna*.

As diferenças observadas nas porcentagens médias de sobrevivência indicam que as espécies de eucalipto apresentam potencialidades genéticas específicas para adaptação.

Segundo PARVIANEN¹¹⁹, a sobrevivência das mudas no local definitivo depende principalmente da rapidez de enraizamento e da capacidade do sistema radicial para o fornecimento de água e nutrientes à parte aérea.

Segundo a FAO⁴⁶, a resistência à seca das plantas jovens de eucalipto é quantificada principalmente pela porcentagem de sobrevivência durante os anos iniciais da sua implantação no campo.

AWE et alii⁴, observaram que o crescimento profundo e intenso de raízes de *E. camaldulensis* quando comparado com *E. saligna* parece ser a razão para um melhor estabelecimento daquela espécie em regiões de déficits hídricos.

QUADRO 5 - Comparações entre as médias de porcentagem de sobrevivência das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação.

Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Replântio	93,3 a	98,3 a	75,0 a	88,3 a	88,3 a	95,0 a	98,3 a	91,7 a	91,0 A
Ano 1	58,3 b	78,3 ab	76,7 ab	80,0 ab	91,7 a	86,7 a	71,7 ab	90,0 a	78,2 B
Ano 2	58,3 b	78,3 ab	68,3 ab	80,0 ab	91,7 a	83,3 a	68,3 ab	90,0 a	77,3 B
Ano 3	51,7 c	78,3 ab	65,0 bc	73,3 abc	91,7 a	75,0 abc	63,3 bc	93,3 a	74,0 B
Médias	65,4 d	83,3 ab	71,3 cd	80,4 bc	90,8 a	85,0 ab	75,4 bcd	91,3 a	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De um modo geral, as porcentagens médias de sobrevivência obtidas na Baixada Cuiabana para todas as espécies de *Eucalyptus* foram comparáveis às observadas por vários autores; para as mesmas espécies, nas mesmas variações de faixa etária, vegetando sob as mais variadas condições ecoclimáticas (Quadro 1A). Isto sugere que a produção das mudas, em recipientes de maiores dimensões, provavelmente foi adequado e suficiente para minimizar os efeitos prejudiciais do atraso das operações de formação de mudas e plantio.

4.3.2. Diâmetro do colo

A análise de variância para diâmetro do colo para as espécies de eucalipto revelou diferenças para espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos, conforme é apresentado no Quadro 20A.

Através do Quadro 6, verificou-se que o crescimento em diâmetro do colo foi maior em *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, seguidos de *E. citriodora*, *E. exserta*, *E. brassiana*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. paniculata*.

QUADRO 6 - Comparações entre as médias de diâmetro do colo (cm) das plantas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Replântio	0,67 a	0,55 a	0,45 a	0,61 a	0,31 a	0,48 a	0,48 a	0,47 a	0,50 D
Ano 1	3,38 a	3,80 a	3,37 a	3,82 a	3,11 a	2,76 a	3,11 a	3,67 a	3,38 C
Ano 2	5,77 c	7,08 ab	6,49 bc	6,33 bc	5,44 c	5,93 bc	5,98 bc	8,07 a	6,39 B
Ano 3	7,57 cd	9,12 ab	8,41 bc	7,39 cd	6,78 de	5,95 c	7,44 cd	10,33 a	7,87 A
Médias	4,35 dc	5,14 ab	4,68 bc	4,54 c	3,91 de	3,78 e	4,25 cde	5,64 a	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As diferenças observadas para diâmetro do colo entre as espécies na fase de viveiro, não foram constatadas nas avaliações

correspondentes ao replantio e ano 1, pois seus valores apresentaram-se indiferenciados estatisticamente. Isto talvez foi decorrente da aleatorização das mudas na ocasião do plantio.

Constatou-se ainda que somente a partir do ano 2, as espécies começaram a se diferenciar quanto aos valores médios de diâmetro do colo. E, no ano 3, essas diferenças se acentuaram, com uma amplitude de variação entre 5,95 a 10,33 cm, correspondendo respectivamente às espécies *E. paniculata* e *E. urophylla*.

A análise de variância para a evolução do crescimento em diâmetro de colo das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação, não revelou diferenças significativas para espécies (Quadro 21A), não justificando portanto a aplicação do teste de médias.

Apesar da não significância observada pelo teste F, analisando-se o quadro de médias dos incrementos de diâmetro de colo (Quadro 7), nota-se, principalmente para a taxa de crescimento correspondente ao ano 3, que *E. urophylla* e *E. camaldulensis* obtiveram elevados valores de incrementos enquanto *E. paniculata*, *E. exserta* e *E. grandis* apresentaram os menores valores.

Observa-se pelo Quadro 7 que as espécies *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. saligna* e *E. paniculata* apresentaram incrementos crescentes do ano 1 para o ano 2 e decrescentes do ano 2 para o ano 3, o que demonstra que estas espécies apresentaram respostas diferenciativas frente às condições climáticas variáveis. Por outro lado, as demais espécies (*E. brassiana*, *E. exserta* e *E. grandis*) apresentaram incrementos em

diâmetro de colo decrescentes com a idade de avaliação. O que demonstra que estas espécies apresentaram menor plasticidade frente às condições climáticas reinantes durante a experimentação.

QUADRO 7 - Médias dos incrementos de diâmetro do colo (DC, em cm) das plantas das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Incrementos	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
DC (ano 1 - replantio)	2,7	3,2	2,9	3,2	2,8	2,3	2,6	3,2
DC (ano 2 - ano 1)	2,4	3,3	3,1	2,5	2,3	3,2	2,9	4,4
DC (ano 3 - ano 2)	1,9	2,0	1,9	1,1	1,3	0,02	1,5	2,3

Setas descendentes indicam valores decrescentes e setas ascendentes indicam valores crescentes para os respectivos períodos envolvidos.

4.3.3. Altura da planta

A análise de variância para a altura da planta revelou diferenças significativas entre as espécies, os anos de avaliação, e interação espécies x anos (Quadro 20A).

As alturas médias das plantas de eucaliptos (Quadro 8) aumentaram com as idades de avaliação.

QUADRO 8 - Comparações entre as médias de altura das plantas (m) das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Replântio	0,60 a	0,47 a	0,43 a	0,57 a	0,22 a	0,36 a	0,30 a	0,30 a	0,41 D
Ano 1	1,65 abc	2,31 a	2,09 ab	1,55 bc	1,71 abc	1,19 c	1,66 abc	1,65 abc	1,73 C
Ano 2	2,49 cd	3,97 a	3,14 bc	2,05 d	2,91 bc	1,96 d	2,90 bc	3,37 ab	2,85 B
Ano 3	3,29 de	5,98 a	4,59 bc	2,76 e	4,01 cd	2,52 f	3,59 d	4,85 b	3,95 A
Médias	2,00 dc	3,18 a	2,56 b	1,73 de	2,21 c	1,51 e	2,11 c	2,54 b	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As médias das alturas das plantas de eucalipto se apresentaram com valores decrescentes para as espécies *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. exserta* e *E. paniculata*. Essa tendência decrescente de apresentação da altura em função das espécies, se manteve com as épocas de avaliação, com pequenas alterações de pouca significância estatística. A espécie *E. camaldulensis* cresceu em altura 19,8% a mais que a média das espécies colocadas em segunda posição (*E. citriodora* e *E. urophylla*); 32,1% a mais que a média das espécies com crescimento intermediário (*E. saligna* e *E. grandis*) e, 45,1% a mais que a média das espécies que apresentaram-se com menor crescimento (*E. brassiana*, *E. exserta* e *E.*

paniculata).

MOURA et alii¹¹⁰ concluíram que espécies/procedências de *Eucalyptus* desenvolvem-se relativamente melhor em áreas de floresta do que em savana. Os resultados deste trabalho estão coerentes com os obtidos pelos referidos autores, que observaram que nas áreas de savana, as espécies que têm se destacado, principalmente em altura, são *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. camaldulensis*. FERREIRA & COUTO³⁶ constataram que o desenvolvimento em altura de *E. urophylla* está relacionado ao déficit hídrico.

As diferenças observadas entre as alturas médias das espécies evidenciam que as mesmas também apresentam diferentes capacidades genéticas de exploração do potencial produtivo do hábitat de introdução e provavelmente estão relacionadas às suas plasticidades fenotípicas.

De um modo geral, os valores médios das alturas obtidos na Baixada Cuiabana para todas as espécies de *Eucalyptus*, foram inferiores aos observados por vários autores (Quadro 1A).

Estas diferenças podem estar mais relacionadas às condições de solo do que as de clima reinantes na região de introdução, pois segundo KRAMER & KOZOLOWSKI⁷³, de um modo geral, o crescimento em altura completa-se logo no início do período vegetativo, quando todas as condições climáticas são favoráveis, antes mesmo que a umidade do solo seja reduzida a um nível limitante.

GARRIDO⁴⁷ cita que para regiões pequenas, onde os efeitos do clima se distribuem de forma suficientemente homogêneas para

todas as espécies, provavelmente serão as propriedades do solo que estarão mais estreitamente relacionadas com as variações do crescimento em altura.

SPURR¹⁵⁰ considera que a altura das árvores está mais estreitamente relacionada com a capacidade produtiva do local onde cresce que qualquer outra medida, podendo ser usada como índice de qualidade de local num povoamento equiano, principalmente por ser menos influenciada pela densidade do povoamento que outras medidas.

O crescimento em altura é o fator mais crítico para a sobrevivência de árvores em competição (SPURR¹⁵⁰), representando, por isso, um dos índices mais seguros para se dizer se a espécie foi ou não plantada em lugar adequado (GOLFARI^{50, 51}).

A análise de variância para a evolução do crescimento em altura das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação, não revelou diferenças entre as espécies (Quadro 22A), não justificando, portanto, a aplicação do teste de médias.

As médias dos incrementos de altura das plantas das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação, são apresentados no Quadro 9.

Apesar de não haver diferença significativa entre as médias de incrementos de altura das espécies; no período compreendido entre a primeira avaliação e o replantio, a diferença verificada entre a média das duas espécies com maior incremento (*E. camaldulensis* e *E. citriodora*) e as de menor (*E. paniculata* e *E. exserta*) foi de 0,86 metros. No período entre o ano 2 e o ano 1, a diferença verificada entre a média das duas espécies com maior

crescimento (*E. camaldulensis* e *E. urophylla*) e as de menor (*E. exserta* e *E. paniculata*) foi de 1,06 metros. Para o período correspondente ao terceiro ano da instalação, a diferença entre a média das três espécies com maior crescimento (*E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. citriodora*) e as de menor (*E. paniculata*, *E. saligna* e *E. exserta*) foi de 1,00 metros.

Verificou-se, através das variações temporais, grande persistência e estabilidade relativa nas posições ocupadas pelas espécies em relação às taxas de crescimento em altura, com o decorrer dos anos. Isto denota que a periodicidade estacional do crescimento em altura é sobretudo regulada por fatores genéticos (KRAMER & KOZLOWSKI⁷³) e, provavelmente, a sua expressão foi menos afetada pelas variações climáticas observadas ao longo dos anos da experimentação.

Os valores médios de incrementos em altura para *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*, obtidos na Baixada Cuiabana, foram inferiores aos observados por ALBINO & TOMAZELLO FILHO¹, para as mesmas espécies nas condições climáticas de Uberaba e Paraopeba, Estado de Minas Gerais, exceção feita para o período compreendido entre os anos 3 e 2, cujos valores obtidos na Baixada Cuiabana para *E. camaldulensis* e *E. citriodora* foram semelhantes aos observados para as mesmas espécies na região de cerrado de Paraopeba-MG, que apresenta-se com período seco de 4 a 6 meses e déficit hídrico entre 60 a 120 mm anuais.

QUADRO 9 - Médias dos incrementos de altura das plantas (AP, em metros) das plantas das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Incrementos	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
DC (ano 1 - replantio)	1,05	1,85	1,68	0,98	1,50	0,83	1,36	1,35
DC (ano 2 - ano 1)	0,84	1,66	1,03	0,50	1,20	0,77	1,24	1,72
DC (ano 3 - ano 2)	0,80	2,01	1,45	0,70	1,10	0,56	0,89	1,48

Setas descendentes indicam valores decrescentes e setas ascendentes indicam valores crescentes para os respectivos períodos envolvidos.

4.3.4. Diâmetro a altura do peito (DAP)

A análise de variância para diâmetro a altura do peito (DAP) para as espécies de eucalipto, revelou diferenças significativas entre espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos conforme apresentado no Quadro 23A.

Pelas médias de DAP (Quadro 10) verifica-se que *E. camaldulensis* e *E. urophylla* se destacaram com os maiores valores, enquanto *E. paniculata*, *E. exserta* e *E. brassiana* apresentaram os menores crescimentos. De um modo geral, essa tendência foi mantida para as diferentes épocas de avaliação; exceção feita no ano 1, para *E. brassiana*.

QUADRO 10 - Comparações entre as médias de diâmetro e altura do peito (DAP) em cm, das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citricolora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	1,19 a	1,31 a	0,98 a	0,76 a	0,85 a	0,51 a	1,00 a	1,12 a	0,97 C
Ano 2	2,02 bcd	3,49 a	2,76 abc	1,77 cd	2,25 abcd	1,14 d	2,87 abc	3,19 ab	2,44 B
Ano 3	3,07 bcd	4,98 a	4,34 ab	2,41 cd	3,51 bc	1,81 d	3,67 abc	4,84 a	3,58 A
Médias	2,10 d	3,26 a	2,69 bc	1,65 e	2,20 d	1,16 f	2,52 dc	3,05 ab	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios de DAP, obtidos na Baixada Cuiabana para todas as espécies de *Eucalyptus*, foram inferiores aos observados por vários autores; inclusive os encontrados na região árida do nordeste (Quadro 1A).

A hipótese de que os baixos valores de DAP sejam resultantes da adaptação das espécies à baixa capacidade de suporte das áreas plantadas, pode ser comprovada através das análises de fertilidade, que mostram que existe limitação de nutrientes disponíveis no solo, os quais, depois de uma certa idade, possivelmente não seriam mais suficientes para a manutenção do crescimento das plantas. Também as análises de solo mostram uma textura arenosa associada a grande quantidade de concreções que podem potencializar os efeitos deletérios de déficit hídrico

característico da região de introdução. Isto é relatado por autores que mostram que à medida que o solo se torna mais seco, aumentam as restrições de água à planta, reduz a absorção de nutrientes, surgem déficits hídricos nas folhas e o processo da fotossíntese é prejudicado (PAULA LIMA¹²²). O crescimento em diâmetro parece ser mais sensível à precipitação anual e mais dependente da fotossíntese que o alongamento (KRAMER & KOZOLOWSKI⁷³). Portanto, é o clima com seus múltiplos fatores que condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie, enquanto o solo regula o seu nível de produção (GOLFARI⁵²).

Estes resultados, também vêm confirmar que o DAP provavelmente reflete, com relativa segurança, a sua dependência frente as potencialidades produtivas do hábitat, representadas principalmente pelas interações limitantes da associação solo/clima, característica da região de Cuiabá. Isto condiz com as considerações sobre a capacidade de uso dos solos da Depressão Cuiabana (BRASIL¹⁸), a qual, em conjunto apresenta suas maiores limitações no fator solo, embora, o clima também imponha restrições à sua utilização agrícola.

Portanto, os resultados obtidos até o momento evidenciam que a região da Baixada Cuiabana apresenta limitações edafoclimáticas para favorecer a expressão máxima do crescimento em DAP, mesmo com o uso de espécies de eucalipto consideradas, inicialmente, como aptas para a região.

A análise de variância para a evolução do crescimento em diâmetro a altura do peito verificado para as espécies de eucalipto

ao longo dos anos de avaliação, revelou diferenças entre espécies somente nos períodos entre anos 2-1 e 3-2 (Quadro 24A).

Através do Quadro 11 verificam-se taxas de crescimento em DAP aproximadamente iguais entre as espécies, no período compreendido entre replantio e ano 1.

No período compreendido entre anos 2-1, as espécies definiram-se melhor em relação ao período anterior. De um modo geral, nesse período, foram verificadas as maiores taxas de crescimento, exceção feita para *E. brassiana* e *E. paniculata*. Destacaram-se em ordem decrescente, elevadas taxas de incrementos para *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. saligna* e *E. citriodora* e, taxas intermediárias para *E. grandis* e *E. exserta*.

De um modo geral, no período compreendido entre 2-3 anos, as espécies apresentaram um decréscimo no ritmo de crescimento em relação ao período anterior, exceção feita para *E. brassiana* e *E. paniculata*.

Os valores médios de incrementos de DAP para *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* obtidos na Baixada Cuiabana foram inferiores aos observados por ALBINO & TOMAZELLO FILHO¹ para as mesmas espécies nas condições ecoclimáticas de Uberaba e Paraopeba-MG.

Verificaram-se, através das variações temporais, mudanças nas posições das espécies em relação as taxas de crescimento, com o decorrer dos anos. Na última avaliação, *E. urophylla* suplantou *E. camaldulensis*, que até então se destacava com os maiores valores. Nas posições intermediárias, *E. saligna* foi superado por

E. citriodora e *E. grandis*.

As variações verificadas no ritmo de crescimento com as idades de avaliação comprovam que, aparentemente, o crescimento em diâmetro processa-se em larga escala às custas dos produtos correntes da fotossíntese, sendo mais sensível às condições do meio, principalmente das disponibilidades hídricas (KRAMER & KOZLOWSKI⁷³). Isto indica também que o crescimento é dinâmico e está relacionado com a evolução da capacidade diferenciativa das espécies para superar condições ambientais adversas e, ainda manter o ritmo de crescimento.

QUADRO 11 - Comparações entre as médias dos incrementos de diâmetro a altura do peito (DAP) em cm, das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Incrementos	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
DC (ano 1 - replantio)	1,20 A	1,31 A	0,98 A	0,76 A	0,85 A	0,51 A	1,00 A	1,12 A
DC (ano 2 - ano 1)	0,83 DC	2,18 A	1,79 AB	1,01 DC	1,39 BC	0,63 D	1,87 AB	2,07 AB
DC (ano 3 - ano 2)	1,05 AB	1,49 AB	1,58 AB	0,64 B	1,26 AB	0,67 B	0,80 AB	1,65 A

- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

- Setas descendentes indicam valores decrescentes e setas ascendentes indicam valores crescentes para os respectivos períodos envolvidos.

4.3.5. Relação altura da planta/diâmetro à altura do peito

A análise de variância para a relação altura da planta/diâmetro à altura do peito das espécies de eucálptos, revelou diferenças entre espécies, e anos de avaliação, conforme apresentado no Quadro 23A.

Os valores médios da relação altura da planta/diâmetro a altura do peito das espécies de eucalptos, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 12, onde verifica-se que as médias da relação AP/DAP das espécies de eucalipto, decresceram com as idades de avaliação. Isto indica que as espécies de eucalipto proporcionalmente cresceram mais em altura. Se a tendência observada for mantida com o passar dos anos, espera-se que as espécies apresentem alturas proporcionais aos diâmetros. Pois, o crescimento em altura é um fator de sobrevivência quando a competição se estabelece.

Quanto aos hábitos de crescimento, não houve diferenças marcantes entre as espécies, todas apresentaram valores médios da relação AP/DAP superiores a unidade. Portanto, tiveram crescimento em altura, proporcionalmente, mais acentuados do que em diâmetro. Estatisticamente, somente *E. paniculata* se diferenciou das demais espécies.

QUADRO 12 - Médias da relação altura da planta/diâmetro a altura do peito para as espécies de eucalipto, envolvendo os anos 1, 2 e 3 de experimentação na Daixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	1,68	2,19	2,36	2,26	2,36	2,39	2,17	1,48	2,23 a
Ano 2	1,32	1,19	1,13	1,27	1,37	1,23	1,04	1,06	1,33 b
Ano 3	1,12	1,22	1,05	1,26	1,17	1,44	1,03	1,01	1,16 c
Médias	1,38 B	1,54 B	1,51 B	1,60 B	1,64 B	2,32 A	1,41 B	1,18 B	

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para se saber se a tendência deste quociente está relacionada à capacidade de adaptação ou aos seus desempenhos futuros na produtividade, serão necessárias observações por um período mais prolongado.

4.3.6. Área de projeção de copas

A análise de variância para área de projeção de copas das espécies de eucalipto, revelou diferenças significativas para espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 23A).

As médias de área de projeção de copas (Quadro 13) das

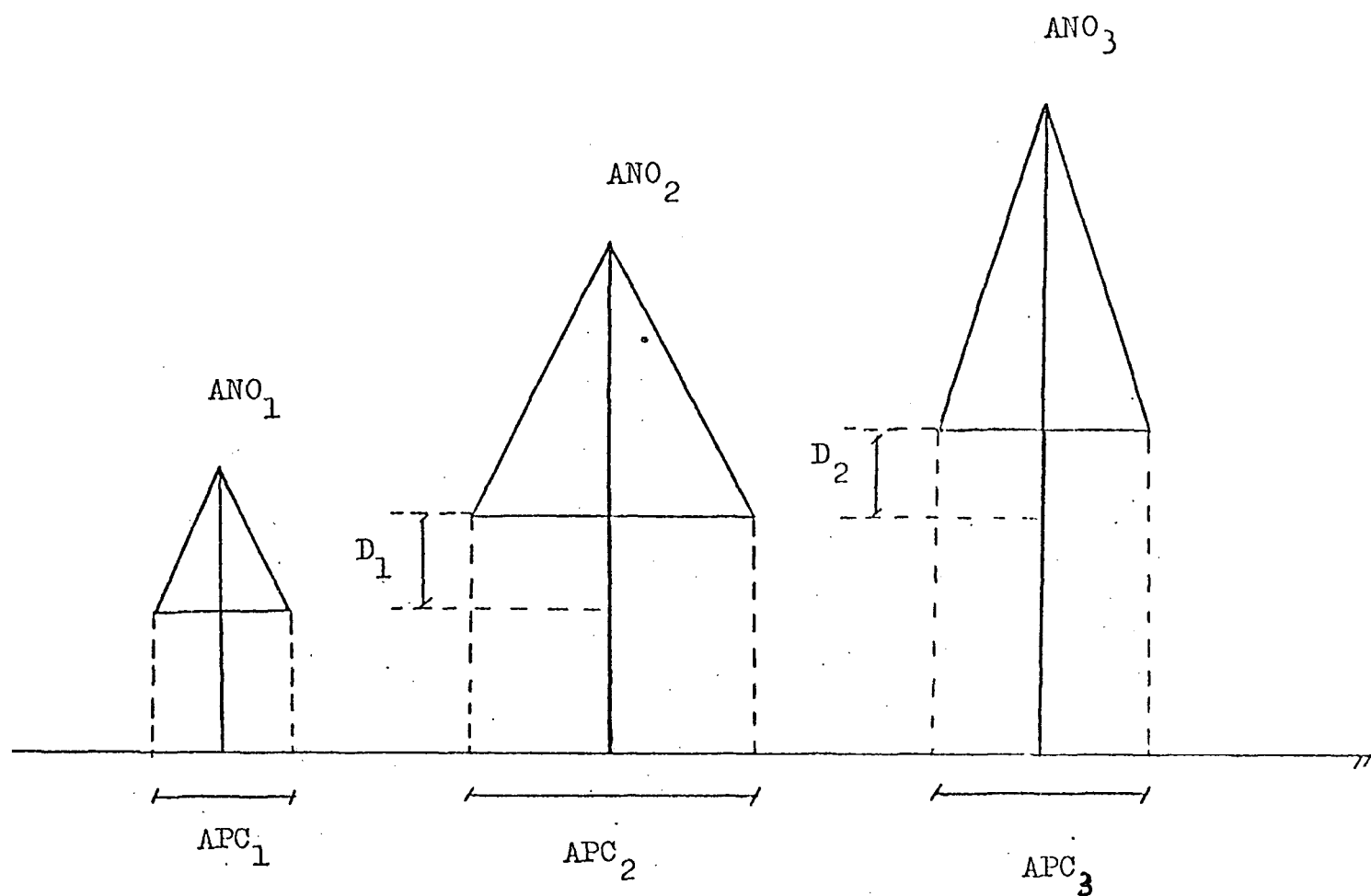
espécies de eucalipto, aumentaram com as idades de avaliação, exceção feita ao *E. camaldulensis*, devido a sua ótima capacidade de desrama natural, que induz ao longo do tempo maior altura de início de formação de copa, associada à conformação de copa tipo piramidal, a qual apresenta galhos com tamanhos decrescentes conforme se ascende ao longo do fuste, conferiram para o ano 3, área de projeção de copa menor que a do ano 2, conforme é ilustrado na Figura 1.

QUADRO 13 - Comparações entre as médias da área de projeção de copas (m²) das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	0,91 a	1,87 a	1,27 a	1,41 a	1,24 a	0,91 a	1,11 a	1,16 a	1,24 C
Ano 2	2,19 b	4,07 a	2,93 ab	2,64 ab	3,78 a	2,18 b	3,56 ab	3,96 a	3,16 B
Ano 3	2,60 d	3,90 bc	3,82 bc	3,19 bc	4,24 b	2,79 c	4,58 ab	5,89 a	3,88 A
Médias	1,90 e	3,28 ab	2,67 cd	2,42 de	3,09 bc	1,96 e	3,08 bc	3,67 a	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De um modo geral, estatisticamente, *E. urophylla* apresentou maior área de projeção de copa, seguido pelo *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. citriodora* que apresentaram uma projeção de copas de tamanho intermediário.



$APC_1 < APC_2 > APC_3$

APC = área de projeção de copa

D = desrama natural

FIGURA 1 - Representação esquemática da evolução da área de projeção de copa do *Eucalyptus camaldulensis* testado na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Pode-se considerar que, de maneira geral, essa tendência prevaleceu ao longo dos anos de avaliação, apesar de no ano 1, as espécies de eucalipto apresentarem área de projeção de copa indiferenciadas estatisticamente.

As espécies *E. brassiana*, *E. paniculata* e *E. exserta*, além de apresentarem os menores valores de área de projeção de copa, também apresentaram má conformação de copa, esparsamente distribuída com ângulos variáveis, tipo esparramada com folhagem rala de diversos tamanhos. Todas estas características, provavelmente contribuíram para uma ocupação lenta e desuniforme do terreno e também favoreceu maior incidência de luminosidade no interior das parcelas, constatada principalmente pela grande infestação de plantas invasoras.

Foi observado também, que de um modo geral, nas parcelas ocupadas por *E. camaldulensis*, a infestação por plantas invasoras foi pequena e sua diversidade ficou restrita a poucas espécies de gramíneas. O *E. camaldulensis* é considerado como componente de florestas abertas, cujas árvores apresentam copa rala, ramos e folhas pendentes e paralelas aos raios solares, permitindo a estes atingir a superfície do solo (CASTRO²⁷). Acredita-se, então, que o controle natural das plantas invasoras observado seja provavelmente devido a efeitos alelopáticos, o que sugere estudos mais pormenorizados.

Considerando-se o espaçamento adotado, com uma área útil de ocupação de cada árvore de 6 m² se verificou que até o terceiro ano de experimentação, de um modo geral, nenhuma das espécies

atingiu este limite, o que leva a crer que até esta idade, as espécies ainda não estão, efetivamente, sujeitas à máxima competição. Talvez, isto leve a supor que seja uma manifestação típica do estágio de juvenilidade que as espécies se encontram ou, presença de fatores limitantes para a expressão máxima de vigor das espécies. Ou ainda, má adaptação das espécies frente as condições reinantes.

A análise de variância para incrementos de área de projeção de copas das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação, revelou efeito significativo somente para espécies conforme apresentado no Quadro 25A.

Pelo Quadro 14 verifica-se que a espécie que apresentou maior incremento inicial para expansão lateral de copa e ocupação de espaço útil foi o *E. camaldulensis* (1,87 m²). As que apresentaram menor capacidade foram *E. brassiana* (0,91 m²) e *E. paniculata* (0,91 m²); as demais, se colocaram intermediariamente a estes extremos considerados. Convém lembrar que o período em questão caracterizou-se por condições climáticas adversas.

O segundo ano de um modo geral, caracterizou-se por apresentar os maiores valores de incrementos de área de projeção de copas, talvez como reflexo das condições climáticas mais favoráveis para a retomada de crescimento. Espécies que apresentaram-se com incrementos intermediários no período anterior (*E. urophylla*, *E. grandis* e *E. saligna*) se destacaram com incrementos superiores, juntamente com o *E. camaldulensis*. Os menores incrementos foram obtidos por *E. exserta*, *E. brassiana* e *E. paniculata*, confirmando

suas limitações para retomada de crescimento, frente às condições climáticas mais favoráveis.

QUADRO 14 - Comparações entre as médias dos incrementos de área de projeção de copas (APC) em m², das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Incrementos	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
DC (ano 1 - replantio)	0,91 B	1,87 A	1,27 AB	1,41 AB	1,24 AB	0,91 B	1,11 AB	1,17 AB
DC (ano 2 - ano 1)	1,28 C	2,20 AB	1,66 BC	1,23 C	2,54 A	1,27 C	2,46 A	2,79 A
DC (ano 3 - ano 2)	0,41 AB	-0,17 B	0,89 AB	0,55 AB	0,46 AB	0,60 AB	1,01 AB	1,94 A

- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

- Setas descendentes indicam valores decrescentes e setas ascendentes indicam valores crescentes para os respectivos períodos envolvidos.

Os incrementos verificados para o ano 3 foram decrescentes em relação ao ano anterior. Se, nas avaliações dos anos seguintes, essa tendência for mantida, poderá supor-se que as espécies estão estabilizando seu ritmo de crescimento e desenvolvimento, em função de fatores competitivos. Destaques especiais foram observados no incremento superior apresentado por *E. urophylla*, o qual demonstrou capacidade para manutenção de crescimento e no incremento negativo verificado do *E. camaldulensis*, já discutido anteriormente. As demais espécies

apresentaram incrementos intermediários e estatisticamente semelhantes.

4.3.7. Volume cilíndrico por hectare (VOL)

A análise de variância para volume cilíndrico por hectare das espécies de eucalipto revelou diferenças entre as espécies, anos de avaliação e interação .espécies x anos conforme apresentado no Quadro 23A.

De acordo com o volume cilíndrico por hectare apresentado pelas espécies (Quadro 15), obteve-se a seguinte ordem decrescente de produção: *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. exserta* e *E. paniculata*. Essa tendência decrescente de volumes em função das espécies, se manteve em todas as épocas de avaliação; entretanto, estatisticamente no ano 1, não houve diferenças entre as espécies.

Os resultados em volume cilíndrico por hectare (m^3/ha) acompanharam a mesma tendência dos apresentados pelas espécies em altura e DAP, uma vez que todas as espécies apresentaram pequena variação na taxa de sobrevivência.

QUADRO 15 - Comparações entre as médias de volume cilíndrico por hectare (m^3/ha) das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							Médias	
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	0,23 A	0,78 A	0,24 A	0,11 A	0,23 A	0,05 A	0,30 A	0,24 A	0,27 c
Ano 2	0,83 BC	6,59 A	2,27 ABC	0,78 BC	2,23 ABC	0,35 C	2,86 ABC	4,27 AB	2,52 b
Ano 3	2,34 DE	17,82 A	7,54 BC	1,72 E	6,88 CD	0,86 E	6,06 CDE	14,80 AB	7,13 a
Médias	1,13 C	8,40 A	3,35 B	0,87 C	3,11 B	0,42 C	2,74 B	6,44 A	

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo ODA et alii¹¹⁶, a análise conjunta dos parâmetros DAP, altura e sobrevivência dos tratamentos através do volume cilíndrico por hectare (m^3/ha) fornece valores mais próximos da produtividade média do respectivo tratamento.

Os valores médios de volume cilíndrico por hectare obtidos na Baixada Cuiabana, para a maioria das espécies de *Eucalyptus*, também foram inferiores aos observados por vários autores, para as mesmas espécies, nas mesmas variações de faixa etária, vegetando sob as mesmas condições ecoclimáticas, conforme os dados apresentados no Quadro 1A. As exceção foram *E. urophylla* e *E. citriodora*, cujos valores médios de volume aos 3 anos de idade foram superiores aos obtidos por MOURA & COSTA¹¹¹ para as mesmas espécies com 3,5 anos de idade, plantadas em Águas Claras-MS.

Esses baixos valores denotam que a capacidade de suporte dos solos da região de introdução não foi suficiente para o estabelecimento satisfatório das espécies de eucaliptos. Ou que, as espécies escolhidas inicialmente não se adaptaram bem às condições ecológicas desta região.

Porém, ambas suposições, apresentam em comum o mesmo fator limitante, isto é, disponibilidade hídrica insuficiente para a manutenção dinâmica dos processos fisiológicos responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento adequados das espécies de eucalipto, que na região de introdução, provavelmente, teve seus efeitos de intensidade, duração e severidade maximizados pela interação ecológica solo/clima.

Analisando-se os volumes médios obtidos no ano 3, nota-se que o grupo formado pelas espécies *E. camaldulensis* e *E. urophylla* apresentaram respectivamente valores 2,5 vezes superior aos do grupo com volumes intermediários, formado pelas espécies *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. saligna* e 20 vezes superior aos do grupo com menores volumes (*E. paniculata*, *E. exserta* e *E. brassiana*). O grupo com volumes intermediários superaram em 8 vezes os valores médios obtidos pelo grupo com os menores volumes.

Na savana, apesar da grande diminuição da produção (m^3/ha), as espécies *E. camaldulensis* e *E. urophylla* apresentaram volumes superiores aos das demais espécies. Isto demonstra que até a presente data, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* conseguiram adaptar-se melhor que as demais espécies na região de introdução.

Segundo GUIMARÃES et alii⁵⁸, as mudanças de produtividade

das espécies entre diferentes locais normalmente estão ligadas às condições ambientais e diminuem gradativamente à medida que as condições climáticas se tornam mais adversas.

A análise de variância para a evolução do crescimento em volume cilíndrico por hectare verificado para as espécies de eucaliptos ao longo dos anos de avaliação, revelou efeito significativo para espécies nos períodos compreendidos entre os anos 1 e 3 (Quadro 26A).

As avaliações periódicas mostraram que os incrementos médios em volume foram, de um modo geral, crescentes com as idades de avaliação (Quadro 16). Deduz-se que até a última avaliação, para o espaçamento adotado, provavelmente, a competição entre plantas exerceu pouca influência sobre a tendência à estagnação do crescimento. Em contrapartida, os pequenos valores observados possivelmente sejam devidos às interações solo/clima que induziram pouca disponibilidade hídrica durante a experimentação e à limitação de nutrientes disponíveis no solo, os quais, depois de uma certa idade, em função das exigências nutricionais das espécies, não são suficientes para que as plantas mantenham seu ritmo de crescimento (GUIMARÃES et alii⁵⁸).

Para os objetivos de curto prazo como produção de biomassa energética em rotações curtas, somente *E. camaldulensis* e *E. urophylla* apresentaram importância para a região pois, as demais espécies, apresentaram baixos incrementos volumétricos.

QUADRO 16 - Comparações entre as médias dos incrementos de volume cilíndrico por hectare (m^3/ha), das espécies de eucalipto, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Incrementos	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
VOL (ano 1 - replantio)	0,23 A	0,78 A	0,24 A	0,11 A	0,23 A	0,05 A	0,30 A	0,24 A
VOL (ano 2 - ano 1)	0,60 B	5,81 A	2,03 AB	0,67 B	2,00 AB	0,38 B	2,56 AB	4,03 A
VOL (ano 3 - ano 2)	1,51 B	11,23 A	5,27 AB	0,94 AB	4,65 AB	0,51 B	2,20 B	10,53 A

- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
- Setas descendentes indicam valores decrescentes e setas ascendentes indicam valores crescentes para os respectivos períodos envolvidos.

4.3.8. Índice de severidade de doenças (I.D.)

Em todas as épocas de avaliação, os valores do teste de Kruskal-Wallis revelaram efeitos não significativos ao nível de 5% de probabilidade para os índices de severidade de doenças foliares das espécies de eucalipto, conforme apresentado no Quadro 17.

A ausência de um quadro sintomatológico característico de doenças foliares detectado a nível de campo revelou que de um modo geral, o estado fitossanitário das espécies ensaiadas foi excelente, pois, até a idade de 3 anos efetivamente não se constatou nenhuma ocorrência de enfermidade que afetasse

significativamente o desempenho das espécies. Sob este aspecto, GOLFARI⁵⁴ comenta que quando uma espécie está bem adaptada normalmente apresenta resistência às doenças.

Vale destacar entretanto que a partir dos dois anos de idade constatou-se já a ocorrência das doenças de seca de ponteiros do eucalipto do Vale do Rio Doce (SPEVRD) e de cancro, porém as mesmas só foram quantificadas na última avaliação.

QUADRO 17 - Valores do teste Kruskal-Wallis e as respectivas médias dos índices de doenças foliares das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação.

Espécies de Eucalyptus	Médias dos índices de doenças foliares		
	Ano 1	Ano 2	Ano 3
<i>E. brassiana</i>	4,00	4,00	3,98
<i>E. camaldulensis</i>	3,98	4,00	3,93
<i>E. citriodora</i>	3,98	4,00	3,97
<i>E. exserta</i>	3,98	3,98	3,72
<i>E. grandis</i>	4,00	4,00	3,98
<i>E. paniculata</i>	3,98	3,98	3,98
<i>E. saligna</i>	4,00	4,00	3,98
<i>E. urophylla</i>	4,00	4,00	3,82
Teste Kruskal-Wallis	0,7394 NS	0,5213 NS	0,5829 NS

NS - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As pequenas variações observadas nos índices médios de severidade de doenças podem ser atribuídas à provável presença de genes conferindo níveis elevados de resistência entre as espécies estudadas, ao provável baixo potencial de inóculo dos agentes causais de manchas foliares (Cassetari Neto^{*}), além da pouca experiência do autor para a diferenciação criteriosa dos quadros fitopatológicos característicos principalmente os referentes a manchas foliares.

Excluindo-se as avaliações de SPEVRD e de cancro pode-se, também, atribuir que as pequenas variações do índice médio de severidade de doenças foram provenientes das constatações esporádicas de sintomas de manchas foliares de *Phaeoseptoria* (principalmente em *E. urophylla*), *Cylindrocladium* e *Coniella fragariae* (principalmente em *E. camaldulensis* e *E. citriodora*) e de *Aulographina*.

4.3.8.1. Porcentagem de árvores com cancro

A análise de variância para porcentagem de árvores de eucalipto atacadas por *Criphonectria cubensis* revelou diferenças significativas entre as espécies, (Quadro 27A).

Os valores médios de porcentagem de árvores de espécies de eucalipto atacadas por *C. cubensis*, referente a última

* DANIEL CASSETARI NETO. Eng^o Agr^o, MS, Fitopatologia. Pesquisador do Departamento de Fitossanidade da Escola Superior de Agricultura de Lavras. (Informação pessoal).

avaliação, encontram-se no Quadro 18.

A análise do Quadro 18 permitiu identificar que, estatisticamente, *E. exserta* diferiu das demais espécies apresentando a maior porcentagem de árvores atacadas por cancro. Foi portanto a espécie mais susceptível à doença. FERREIRA³⁷ observou que a partir dos 4 anos de idade, *Eucalyptus exserta* é moderadamente ou altamente resistente ao cancro.

Considerando-se que o local do presente teste de introdução apresenta condições climáticas semelhantes às descritas por FERREIRA³⁸, como favoráveis ao desenvolvimento da doença e que a sua instalação atendeu às exigências propostas por HODGES et alii⁶⁵ para o estabelecimento da relativa susceptibilidade e resistência das espécies de eucalipto ao cancro, constatou-se, segundo os critérios recomendados por JAMES & SHIH⁶⁸, que a incidência da doença manifestou-se com valores decrescentes para *E. exserta*, *E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. paniculata* e *E. urophylla*. Concordantemente com CAMARGO²¹, verifica-se também que *E. urophylla* apresentou-se como a espécie mais resistente ao cancro.

A incidência de cancro a nível de campo apresentou uma grande variabilidade dentro dos tratamentos. Possivelmente, o valor elevado do coeficiente de variação para porcentagem de árvores atacadas por cancro retratou essa grande variabilidade.

QUADRO 18 - Médias das porcentagens de árvores das espécies de eucalipto atacadas por *Criphonectria cubensis*, correspondentes aos 3 anos de idade. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>								
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Porcentagem de árvores com cancro	10,50 B	7,93 B	2,78 B	36,96 A	2,42 B	2,00 B	5,36 B	1,82 B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.8.2. Porcentagens de árvores com seca de ponteiros no terço apical das copas

A análise de variância para a porcentagem de árvores das espécies de eucalipto com seca de ponteiros no terço apical das copas, revelou diferenças significativas entre as espécies, (Quadro 28A).

As porcentagens médias de árvores de eucaliptos com seca de ponteiros no terço apical das copas se apresentaram com valores decrescentes para as espécies *E. exserta*, *E. citriodora*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. paniculata*, *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. camaldulensis* (Quadro 19).

Padrões sintomatológicos semelhantes aos observados nas espécies de eucaliptos introduzidas na Baixada Cuiabana foram descritos por FERREIRA³⁷ como característicos de seca de ponteiros

de eucalipto e por Savory³, citado por ROCHA FILHO¹³⁵, como deficiência de boro, no qual, classifica a espécie *E. saligna* menos sensível que as espécies *E. citriodora* e *E. grandis*. HAAG et alii⁶² concluíram que os sintomas observados em *E. citriodora* estavam associados a uma desnutrição geral, especialmente em S, Ca e P. O fenômeno apresenta certa semelhança com a descrição feita por TOKESHI et alii¹⁵⁴ que relatam a carência de B. A deficiência de B ocorre com maior intensidade no período seco do ano, ao passo que a anomalia descrita ocorre durante o ano todo, independentemente do período seco.

QUADRO 19 - Comparações entre as porcentagens médias de árvores de eucalipto com seca de ponteiros no terço apical das copas, referentes à avaliação do ano 3. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>								
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. pauciculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
SPEYRD (%)	19,4 AB	4,2 B	32,6 AB	38,6 A	7,3 B	15,7 AB	21,6 AB	10,6 AB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.9. Resistência aos insetos (IAP)

A análise de variância para resistência das espécies de

* SAVORY, B.M. Boron deficiency in *Eucalyptus* in Northern Rhodesia. Empire Forestry Review, 41:118-26, 1962.

eucalipto aos insetos acusou diferenças entre as espécies e anos de avaliação (Quadro 23A).

Nota-se pelo Quadro 20 que a partir do primeiro ano da instalação do experimento, o nível de resistência a insetos das espécies de eucalipto evoluiu de resistência moderada a alta resistência.

QUADRO 20 - Comparações entre as médias de graus de resistência a insetos das espécies de eucalipto, referentes aos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

	Anos		
	1	2	3
Graus de resistência	3,48 B	3,69 A	3,73 A

O aumento gradativo da resistência com a idade, pode ser atribuído à manifestação do potencial deste atributo somente a partir do segundo ano da instalação do experimento, pois, durante o primeiro ano de vida, provavelmente, as espécies tiveram que exteriorizar suas capacidades diferenciativas máximas de carrear reservas e energias no sentido de superar as condições de "stress" ambiental a que estiveram submetidas. Segundo GOLFARI⁵², as espécies bem adaptadas na região de introdução apresentam naturalmente resistência aos insetos.

Em relação aos graus de resistência aos insetos, as espécies de *E. paniculata* e *E. urophylla* apresentaram resistência moderada; as demais espécies, alta resistência, conforme análise do Quadro 21.

Os sintomas de ataques de insetos mais observados a nível de campo se caracterizaram principalmente por perfurações do limbo foliar, típicas de coleópteros, porém não identificados.

Vale ressaltar que as comparações dos graus de resistência a insetos das espécies de eucalipto foram tomadas a nível de dano médio sofrido pelas espécies. No entanto, foi verificado, a nível de campo, para todas as espécies de eucalipto, que a intensidade de ataque máxima apresentou nível de dano inferior a 20%. Essa constatação pode ter contribuído para a pequena amplitude de variação (3,35 a 3,93), verificadas nas notas diferenciativas dos graus de resistência aos insetos das espécies de eucaliptos.

QUADRO 21 - Comparações entre as médias de graus de resistência aos insetos das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>								
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Graus de resistência	3,75 AB	3,93 A	3,69 ABC	3,81 AB	3,57 BC	3,35 C	3,61 ABC	3,36 C

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.10. Resistência à seca (R.S.)

A análise de variância para resistência à seca das espécies de eucalipto apresentou diferenças significativas entre as espécies (Quadro 23A).

Apesar das grandes variações anuais das intensidades, severidades e extensões dos períodos de déficits hídricos durante a experimentação, ainda assim, a capacidade de resistência à seca das espécies ensaiadas mostrou-se inalterável com o passar dos anos. Isto, provavelmente, foi decorrente do desenvolvimento dos mecanismos fisiológicos de adaptação às condições de déficit hídrico apresentado por grande parte dos eucaliptos (PAULA LIMA¹²³).

Durante o período de experimentação todas as espécies de eucalipto, de modo diferenciado, manifestaram em maior ou menor intensidade, sintomas visuais característicos de sensibilidade à seca.

De modo geral, as espécies que demonstraram maior resistência à seca foram *E.camaldulensis* e *E. urophylla*, enquanto as que mais ressentiram à seca foram *E. exserta*, *E. paniculata* e *E. citriodora*.

Analisando os níveis de resistência à seca (Quadro 22), pode-se classificar *E. grandis*, *E. saligna* e *E. brassiana* como de resistência intermediária à seca. No entanto, vale ressaltar que essa classificação não pode ser generalizada para as espécies em questão, pois, na prática, foi verificada uma grande variação na magnitude dos sintomas característicos de deficiências hídricas

manifestados.

QUADRO 22 - Comparações entre as médias dos níveis de resistência a seca apresentados pelas espécies de eucaliptos testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>								
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. axserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Resistência à seca	2,11 CD	3,32 A	2,22 BCD	1,83 D	2,63 B	1,99 D	2,52 BC	3,12 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.11. Formas de fustes (F.T.)

A forma de fuste das espécies apresentou-se como uma característica modificável com o crescimento das mesmas. Ponderando-se a grande variabilidade observada e a inconsistência dos resultados obtidos nas diferentes épocas de avaliação, optou-se por discutir somente os resultados da última avaliação. Espera-se que a partir deste período as espécies apresentem hábitos de crescimento mais definidos, em função do grau de adaptabilidade ao ambiente de introdução.

A análise de variância para a forma de fustes das espécies de eucalipto, revelou diferenças significativas entre as porcentagens de troncos retilíneos (FTR) e bifurcados (FTB). O

teste de Kruskal-Wallis não foi significativo para porcentagem de troncos tortuosos (0,8491) e para formação de touceiras (0,2496), conforme apresentado no Quadro 29A.

Pelo Quadro 23, visualiza-se que *E. camaldulensis* apresentou a maior porcentagem de troncos retilíneos (93,9%) e a menor de troncos bifurcados (6,1%) e, nenhuma ocorrência para tendência de formação de touceiras (TU) e troncos tortuosos (FTT).

Quanto a retidão de troncos, os piores resultados foram obtidos por *E. exserta*, *E. brassiana*, *E. citriodora* e *E. paniculata*, como consequência, se destacaram com as maiores porcentagens de troncos bifurcados. Intermediariamente, apresentaram-se as espécies de *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. saligna*.

Apesar do teste F ao nível de 5% de probabilidade não mostrar diferenças entre as espécies para a porcentagem de touceiras, a nível de campo, foi constatado, principalmente para *E. exserta* e *E. brassiana*, um alto índice de nanismo e baixa dominância apical. A tendência consistente de formação de touceiras, observada desde o início da experimentação para estas espécies, sugere má adaptação das mesmas ao ambiente de introdução e ainda que esse quadro característico provavelmente não se reverterá com o aumento da idade.

Foi também observado, a nível de campo, uma grande variabilidade nas porcentagens de troncos tortuosos e nas de formação de touceiras dentro dos tratamentos. Provavelmente, essas grandes variabilidades foram retratadas nos valores elevados dos

coeficientes de variação obtidos para as respectivas características.

QUADRO 23 - Médias das formas de fustes (%) das árvores das espécies de eucaliptos avaliadas no ano 3. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Formas de fustes (%)	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Retilíneos	60,4 C	93,9 A	60,5 BC	44,6 C	83,4 AB	66,4 ABC	84,3 AB	73,9 AB
Bifurcados	23,2 A	6,1 A	30,6 A	36,1 A	12,8 A	26,7 A	12,9 A	22,8 A
Tortuosos	4,4	0,0	4,4	2,0	2,0	0,0	0,0	3,3
Touceiras	11,9	0,0	4,4	17,3	1,8	6,9	2,9	0,0

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.12. Desrama natural (N.G.)

A análise de variância para o número de galhos (N.G.) inseridos ao fuste principal até a altura de 1,30 m, representativo do fenômeno de desrama natural das espécies de eucalipto, revelou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 23A).

O número médio de galhos (Quadro 24) cresceu do ano 1 para o ano 2 e decresceu do ano 2 para o ano 3, o que caracteriza, desrama natural a partir do ano 3. Até o segundo ano, a maior disponibilidade de luz e menor competição das espécies pelos

fatores de produção, provavelmente, estimularam o crescimento e as brotações de ramos laterais. A partir do ano 3, com o fechamento mais acentuado do povoamento, a maior competição e a menor disponibilidade de luz estimularam a desrama natural. Segundo KRAMER & KOZLOWSKI⁷³, são estes fatores que provocam maior mortalidade de ramos inferiores, induzindo desrama natural nas árvores sujeitas a competição.

QUADRO 24 - Comparações entre as médias de número de galhos inseridos ao fuste principal, até 1,30 m de altura, das espécies de eucalipto nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	2,52 A	2,24 A	2,28 A	2,86 A	3,04 A	3,72 A	3,36 A	3,24 A	2,91 c
Ano 2	16,29 CD	13,30 E	14,73 DE	17,53 C	22,55 AB	21,24 B	24,93 A	19,36 BC	18,74 a
Ano 3	8,21 CDE	7,25 E	7,39 DE	12,96 B	9,13 BCDE	16,98 A	11,46 BC	10,57 BCD	10,49 b
Médias	9,01 DC	7,60 D	8,13 D	11,12 BC	11,57 B	13,98 A	13,25 AB	11,06 BC	

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelo Quadro 24, visualiza-se que as espécies que apresentaram menor número médio de galhos inseridos ao fuste principal até a altura de 1,30 m, foram *E. camaldulensis* (7,60) e *E. citriodora* (8,13), sinônimo de melhor desrama natural; comparativamente ao *E. paniculata*, que apresentou maior número de

galhos (13,98), indicativo este de pior desrama natural. As demais espécies de eucalipto apresentaram desrama natural intermediária.

4.3.13. Vigor vegetativo (V.V.)

A análise de variância para vigor vegetativo das espécies de eucaliptos acusou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação (Quadro 23A).

Detecta-se pelo Quadro 25 que a manifestação de vigor vegetativo aumentou do ano 1 para os anos subseqüentes. Em valores absolutos, progrediram em função dos anos de estabelecimento das espécies, na seguinte seqüência: manifestação de vigor médio para o ano 1; atingindo seu valor máximo, correspondente a vigor bom, no ano 2 e decaiu novamente para vigor médio no ano 3.

Percebe-se que as modificações climáticas observadas no transcorrer dos anos de experimentação se refletiram diretamente sobre a expressão de vigor vegetativo apresentada pelas espécies de eucalipto.

Acredita-se que o índice de vigor vegetativo, por englobar na sua determinação grande maioria de características anteriormente avaliadas, seja indicativo do grau de adaptação diferencial das espécies de eucalipto, frente ao seu novo hábitat de introdução, capaz de expressar de maneira comparativa e confiável, o fenótipo representativo do estado geral que se encontrava cada espécie.

O vigor vegetativo, segundo GOLFARI⁵³, representa um indicador sensível às condições do meio ambiente. MACEDO⁸⁹ considera a descrição das fitofisionomias, alicerçadas a índices de vigor vegetativo, como um parâmetro importante na definição dos componentes dos protótipos agroflorestais.

Considerando-se a escala de índices de vigor vegetativo proposta, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* se destacaram com "bom vigor", enquanto as demais espécies apresentaram-se com "vigor médio".

QUADRO 25 - Comparações entre as médias de vigor vegetativo das espécies de eucalipto, referentes aos anos de avaliação da experimentação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

	Anos de avaliação		
	1	2	3
Vigor vegetativo	1,9 B	2,5 A	2,4 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Estatisticamente, em relação às notas atribuídas, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* apresentaram as maiores e *E. exserta* e *E. paniculata* as menores. No grupo intermediário, as notas foram decrescentes para *E. saligna*, *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. brassiana*, conforme apresentado no Quadro 26.

QUADRO 26 - Comparações entre as médias de vigor vegetativo das espécies de eucaliptos testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. canaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Vigor vegetativo	2,0 DE	3,1 A	2,2 CD	1,6 E	2,4 BC	1,7 E	2,4 BC	2,8 AB

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.4. Avaliações nutricionais

4.4.1. Dinâmica da fertilidade dos solos das parcelas experimentais

A análise de variância para os resultados das análises de fertilidade, revelou diferenças significativas entre os anos de avaliação para todas as características consideradas (Quadro 30A).

Nota-se, pelo Quadro 27, que as médias para valores de pH e teores de Ca + Mg e P disponível decresceram com o passar do tempo. Coerentemente, teores de alumínio trocável cresceram com os períodos de avaliação. As concentrações de potássio disponível cresceram do ano 1 para o ano 2 e decresceram do ano 2 para o ano 3.

QUADRO 27 - Comparações entre as médias dos resultados das análises de fertilidade das amostras de solo, referentes aos anos 1, 2 e 3 da experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Anos de avaliação	Análises de fertilidade				
	pH (1:25)	Al (mE/100g)	CaMg (meq/100g)	K (ppm)	P (ppm)
1	5,20 A	0,17 B	2,30 A	49,23 B	3,62
2	5,09 A	0,20 B	1,90 B	66,33 A	2,70
3	4,86 B	0,55 A	1,25 C	45,00 B	1,08

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

BARROS et alii⁶, citam que em solos com pH abaixo de 5,0, a solubilidade do alumínio aumenta rapidamente, e uma parte considerável do complexo de troca pode ser ocupado com o elemento, em substituição ao cálcio, magnésio e potássio. Assim, estes três elementos e o alumínio tendem a ser mutuamente exclusivos no complexo de troca. A substituição daqueles elementos pelo alumínio é intimamente dependente da acidez do solo.

BRADY & BUCKMAN¹⁵ acrescentam que um solo ácido apresentará naturalmente um pH baixo, com teores reduzidos de cálcio e magnésio permutáveis, com elevada solubilidade de alumínio, ferro, manganês e boro e reduzida de molibdênio. Além de disponibilidade reduzida de nitrogênio e de fósforo.

Provavelmente, se a tendência decrescente dos teores de nutrientes do solo for mantida, poderá comprometer o rendimento das rotações futuras, decorrente do depauperamento nutricional progressivo do potencial produtivo do hábitat solo.

A avaliação da fertilidade do solo pode ser visualizada no Quadro 28.

A amplitude de variação de pH 4,91 a pH 5,15 encontrados para os solos de savana das parcelas experimentais, indicam claramente a típica condição ácida destes solos.

A amplitude de variação para os valores de Al trocável de 0,23 a 0,39 meq/100 g indica que, apesar das condições de acidez destes solos, os valores de Al trocável são baixos. NOVAIS et alii¹¹⁴ ressaltam que as espécies de eucalipto apresentam elevada tolerância à toxicidade de alumínio. Portanto, não há necessidade, de modo geral, de se fazer calagem como prática de correção de alumínio trocável do solo para o cultivo do eucalipto.

De acordo com a classificação proposta pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS³⁰, os teores de Ca + Mg encontrados nos solos foram baixos (amplitude de variação de 1,23 a 2,20 meq/100 g). Entretanto, os níveis requeridos pelo eucalipto são praticamente dez vezes menores que os considerados como baixos pela referida COMISSÃO, o que demonstra ser a exigência do eucalipto ao cálcio e ao magnésio bem inferior à maioria das plantas cultivadas. Atualmente, tem-se utilizado, para efeito de interpretação de análise de solo para eucalipto, quanto a necessidade de aplicação de cálcio, o valor de 0,4 meq de Ca^{2+} +

Mg²⁺/100 g de solo (NOVAIS et alii¹¹⁴).

QUADRO 28 - Média dos resultados das análises de fertilidade das amostras de solos coletadas na projeção das copas das árvores de oito espécies de eucalipto introduzidas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Espécies	Análises de fertilidade				
	pH*	Al*	CaMg**	K*	P*
	(1:25)	(mE/100g)	(meq/100g)	(ppm)	(ppm)
<i>E. brassiana</i>	5,13 AcM	0,33 B	1,23 B	49,00 M	1,47 B
<i>E. camaldulensis</i>	5,15 AcM	0,39 B	1,97 B	49,13 M	2,49 B
<i>E. citriodora</i>	5,15 AcM	0,39 B	1,81 B	53,40 M	2,63 B
<i>E. exserta</i>	5,15 AcM	0,23 B	2,20 B	60,87 M	3,05 B
<i>E. grandis</i>	4,93 AcE	0,23 B	1,70 B	53,80 M	1,87 B
<i>E. paniculata</i>	4,97 AcE	0,37 B	1,95 B	52,13 M	2,05 B
<i>E. saligna</i>	4,91 AcE	0,24 B	1,85 B	56,73 M	2,08 B
<i>E. urophylla</i>	4,99 AcE	0,24 B	1,84 B	53,07 M	4,10 B

* Classificação de acordo com a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS³⁰.

** Classificação segundo LOPES & GUIDOLIN⁸⁵.

A - Teor alto

AcE - Acidez elevada

M - Teor médio

AcM - Acidez média

B - Teor baixo

A amplitude de variação de 1,47 a 4,10 ppm de P, evidencia extrema deficiência deste elemento nestes solos. Segundo LOPES ⁸³, a deficiência natural deste nutriente, aliada a alta capacidade de "fixação" de fósforo, constituem-se, certamente, nos pontos críticos, sob o aspecto de investimento inicial, para o desenvolvimento de culturas tecnificadas nestes solos.

Considerando-se os valores dos níveis críticos de implantação e de manutenção para fósforo e potássio no solo para o crescimento do eucalipto, propostos por BARROS et alii⁷ e NOVAIS et alii¹¹³, pode-se considerar que os valores encontrados para K são adequados para a implantação e suficientes para garantir um incremento médio anual de até 20 m³/ha/ano. Em contrapartida, os teores de P são inadequados para implantação e insuficientes para a manutenção do crescimento.

Para teores de P no solo inferiores ao nível crítico de manutenção, a COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS³⁰ recomenda incorporar 750 kg de fosfato natural, em faixa de 1,50 m de largura, sob a linha de plantio e adicionar, ainda, 100 g de superfosfato simples por cova de plantio.

Vale ressaltar que a adubação utilizada no plantio diferiu da recomendada acima o que, aliado à baixa fertilidade natural dos solos da área experimental ajudam a explicar os baixos teores de P detectados pelas análises de fertilidade.

- Micronutrientes no solo

Os resultados das análises de solo dos blocos experimentais, coletados nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm realizados na ocasião da última avaliação são apresentados no Quadro 8A.

. Zinco solúvel

Em todas as amostras de solo foram detectados traços de zinco. A análise de solos sob savanas realizada por LOPES⁸³ detectou valores medianos de 0,6 ppm de Zn solúvel. Segundo citações do referido autor, o nível de 1 ppm de Zn é considerado crítico para a cultura do milho. Ele considera ainda que a deficiência generalizada de zinco, nestes solos, parece estar associada a baixos teores de zinco total em função de materiais de origem pobre neste micronutriente.

. Cobre solúvel

As concentrações médias de cobre da área experimental foram baixas, quando comparadas com o nível crítico de 1 ppm de Cu, proposto por Hunter^{*} citado por LOPES⁸³ e também foram inferiores

* HUNTER, A.J. Laboratory and greenhouse technique for nutrient survey studies to determine the soil amendments required for optimum plant growth. ISFEIP, Depto of Soil Science, North Carolina State University, Raleigh, 1975. 19p. (Mimeografado).

aos valores medianos de 0,6 ppm de cobre, obtidos por LOPES⁸³, em solos sob savanas.

. Ferro e manganês solúveis

A análise de fertilidade revelou amplitudes de 18,3 a 51,0 e de 17,6 a 57,4 ppm para Fe e Mn solúveis respectivamente. LOPES⁸³, em solos de savanas observou amplitudes de 3,7 a 74,0 e de 0,6 a 92,2 ppm para Fe e Mn solúveis, respectivamente, valores estes considerados adequados para a maioria das culturas.

Boro solúvel

A análise de fertilidade revelou amplitudes de 0,03 a 0,31 ppm de boro solúvel, valores estes considerados baixos. HAAG et alii⁶², pesquisando distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*, encontraram em um regossol no Estado de São Paulo 0,40 ppm de B. BRASIL SOBRINHO¹⁹, procedendo ao levantamento do teor de B em alguns solos do Estado de São Paulo, encontrou valores muito baixos em B solúvel (traços - 0,08 ppm), classificando este grande grupo de solo como deficiente neste micronutriente.

4.4.2. Análises da textura dos solos

Os resultados das análises de textura dos solos dos

blocos experimentais, realizados na ocasião da última avaliação são apresentados no Quadro 7A.

Percebe-se pela análise do Quadro 7A que, de um modo geral, a área experimental é relativamente homogênea, pois a análise de textura propriamente não revelou diferenças marcantes entre os blocos.

Segundo LOPES⁸³, a textura é, possivelmente, a característica física mais importante para os solos sob cerrados, dada a sua estreita relação com "fixação" de fósforo, capacidade de retenção de água e capacidade de troca de cátions.

A análise de textura revelou baixos teores de limo, observação que concorda com os dados de RANZANI¹³¹, e com teores de argila inferiores a 18%, portanto, estes solos foram classificados como arenosos. RANZANI¹³², informa que a capacidade de retenção de água dos solos arenosos e areno barrentos é muito baixa.

MEDINA & GROHMAN¹⁰⁰ verificaram que os solos arenosos eram os que apresentavam menor índice de disponibilidade de água. A explicação encontrada por estes autores foi que os solos arenosos apresentavam valores baixos tanto para capacidade de campo (CC%) como para ponto de murcha permanente (PMP%), devido ao alto volume de matéria sólida, baixo teor de argila e baixa microporosidade. Também, as observações de LOPES⁸³, indicam que os solos arenosos apresentam menos água disponível do que os outros grupos texturais.

4.4.3. Nível de deficiência nutricional (D.N.)

A análise de variância para níveis de deficiências nutricionais das espécies de eucaliptos, revelou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação, conforme apresentado no Quadro 23A.

Percebe-se pelo Quadro 29 que os níveis de deficiências nutricionais aumentaram com a idade. Progrediram do ano 1 para os anos subsequentes de poucos sintomas para sintomas médios de deficiência nutricional, respectivamente.

A constatação pela diagnose visual desse quadro sintomatológico de deficiência nutricional sugere que, com o crescimento das espécies, provavelmente suas exigências nutricionais também aumentaram e a reserva nutricional destes solos não foi suficiente para atender a demanda exigida.

Estatisticamente, os níveis de deficiências nutricionais avaliados pela diagnose visual comparativa, revelou que *E. camaldulensis* manifestou poucos sintomas de deficiências nutricionais seguido por *E. urophylla* e *E. saligna*. As demais espécies apresentaram-se com sintomas médios de deficiências nutricionais (Quadro 30).

Ressalvas, entretanto, devem ser feitas principalmente para *E. paniculata*, *E. exserta*, *E. brassiana*, pois apresentaram-se com um quadro sintomatológico muito variável desde poucos sintomas de deficiências nutricionais a desnutrição geral.

QUADRO 29 - Comparações entre as médias de níveis de deficiência nutricional das espécies de eucalipto, correspondentes aos anos de avaliação da experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

	Anos de avaliação		
	1	2	3
Deficiência nutricional	2,46 B	2,62 AB	2,63 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 30 - Comparações entre as médias de níveis de deficiência nutricional das espécies de eucalipto testadas na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>
Deficiências nutricionais	2,83 AB	1,94 E	2,52 BCD	2,99 A	2,51 DC	2,84 ABC	2,46 D	2,46 D

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.4.4. Concentrações foliares de nutrientes

Cabe uma discussão geral para as concentrações foliares médias de nutrientes, referentes ao ano 2. Observou-se, de um modo geral, que estatisticamente, os maiores níveis de concentração média dos nutrientes P, K, S, Ca, Mg, B, Zn e Cu foram observados no período em questão, com exceção para N, Fe e Mn.

As maiores concentrações foliares médias desses nutrientes detectadas no segundo ano de experimentação podem estar associadas à maior disponibilidade hídrica verificada no período em questão, suficiente talvez para ter favorecido a maior absorção de nutrientes pelas espécies de eucalipto.

4.4.4.1. Concentrações foliares de nitrogênio (AFN)

A análise de variância para a concentração de nitrogênio nas folhas das espécies de eucaliptos, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos, conforme apresentado no Quadro 31A.

As concentrações médias de nitrogênio nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 31.

Os níveis médios de concentração foliar de nitrogênio decresceram do ano 1 para o ano 2 e cresceram do ano 2 para o ano

3. Os menores teores de nitrogênio foliar detectados para o ano 2, provavelmente foram devidos a efeitos de diluição do nutriente, decorrente das elevadas taxas de crescimento apresentada pelas espécies, possivelmente relacionadas às condições climáticas favoráveis verificadas no período em curso.

As concentrações foliares médias de nitrogênio se apresentaram com valores decrescentes para as espécies de *E. saligna*, *E. exserta*, *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. brassiana* e *E. paniculata*. Essa tendência na apresentação dos resultados médios dos teores foliares de nitrogênio em função das espécies não se confirmaram para todas as épocas de avaliação.

QUADRO 31 - Comparações entre as concentrações de nitrogênio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>							Médias	
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	1,13 a	1,12 a	1,28 a	1,28 a	1,14 a	1,18 a	1,27 a	1,21 a	1,20 A
Ano 2	0,94 a	1,06 a	1,06 a	1,14 a	1,18 a	0,94 a	1,08 a	1,10 a	1,06 C
Ano 3	0,97 cd	1,11 bcd	1,24 ab	1,18 abc	1,13 abcd	0,93 a	1,33 a	1,10 bcd	1,12 B
Médias	1,01 c	1,10 bc	1,19 ab	1,20 ab	1,15 ab	1,01 c	1,23 a	1,15 ab	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As demandas nutricionais por nitrogênio necessárias para o estabelecimento e manutenção do crescimento nos anos iniciais de adaptação, estatisticamente, não diferiram entre as espécies de eucalipto ensaiadas até o ano 2. Observou-se que a diferenciação das espécies quanto à demanda por nitrogênio manifestou-se somente a partir do ano 3.

Os teores médios de concentração de nitrogênio nas folhas das espécies de eucalipto foram inferiores aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura e, superiores aos teores mínimos propostos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições da África do Sul. Isto indica que, de modo geral, todas as espécies apresentaram-se com inadequado suprimento de nitrogênio; provavelmente devido às baixas concentrações deste elemento no solo e à ineficiência da adubação NPK de plantio.

Considerando-se as características da grande maioria dos solos onde é realizado o reflorestamento (baixa CTC e textura arenosa em muitos casos), pequeno desenvolvimento radicial das mudas plantadas e a pluviosidade (geralmente elevada) na época de plantio, BARROS et alii⁶ acreditam que a maior parte do nitrogênio aplicado no plantio do eucalipto, numa formulação NPK, seja perdida por lixiviação ou pelo menos sai da região de alcance do sistema radicular das mudas.

BARROS et alii⁶ citam que o nitrogênio é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas plantas superiores. Os resultados experimentais, até então disponíveis, mostram que as espécies de eucalipto testadas têm apresentado respostas mais

acentuadas a nitrogênio nos primeiros dois anos após o plantio e, que a quantidade exigida do nutriente é relativamente baixa.

Os resultados sugerem que maior atenção seja dispensada quanto aos aspectos relacionados à adubação nitrogenada pós plantio.

4.4.4.2. Concentrações foliares de fósforo (AFP)

A análise de variância para a concentração de fósforo nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação, interação espécies x anos (Quadro 31A).

As concentrações médias de fósforo nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 32.

Os níveis médios de concentração foliar de fósforo das espécies de eucalipto cresceram do ano 1 para o ano 2 e, deste para o ano 3, não se diferenciaram estatisticamente. Coerentemente, as concentrações de fósforo no solo, de um modo geral, decresceram com as idades de avaliação (Quadro 27).

As concentrações foliares médias de fósforo apresentaram-se com valores decrescentes para as espécies de *E. exserta*, *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. brassiana* e *E. camaldulensis*. De um modo geral, essa tendência de apresentação das espécies foi observada independente do ano de avaliação.

QUADRO 32 - Comparações entre as concentrações de fósforo (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	0,102 a	0,086 a	0,120 a	0,124 a	0,118 a	0,120 a	0,114 a	0,110 a	0,112 B
Ano 2	0,096 c	0,094 c	0,132 bc	0,148 a	0,138 ab	0,138 ab	0,102 bc	0,158 a	0,126 A
Ano 3	0,106 b	0,098 b	0,152 a	0,152 a	0,132 ab	0,122 ab	0,100 b	0,130 ab	0,124 A
Médias	0,101 b	0,093 b	0,135 a	0,141 a	0,129 a	0,127 a	0,105 b	0,133 a	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios de concentrações foliares de fósforo obtidos na Baixada Cuiabana, à exceção de *E. camaldulensis* foram comparáveis aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷ como adequadas para a cultura. Quase todas as espécies de eucalipto apresentaram teores foliares de fósforo superiores aos mínimos, porém menores que os considerados ótimos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições da África do Sul. Exceção feita para *E. camaldulensis* e *E. brassiana*, que apresentaram valores inferiores aos mínimos citados pelo referido autor¹⁴⁰.

A se julgar pela concentração foliar de fósforo, *E. camaldulensis* e *E. brassiana* foram, aparentemente as espécies menos exigentes quanto a esse nutriente e *E. exserta* o mais exigente. Essa constatação pode ainda estar associada às diferentes

capacidades das espécies para absorção, translocação e utilização deste elemento, cujos reflexos poderão ser notados também no crescimento diferenciado apresentado pelas espécies, vegetando sob condições ambientais homogêneas.

Apesar da baixa concentração de fósforo nos solos, detectada pela análise de fertilidade, os teores foliares de fósforo apresentados pela maioria das espécies de eucaliptos foram considerados satisfatórios. Talvez, a razão para este fato foi a possibilidade de remobilização e redistribuição interna deste elemento (MENGEL & KIRKBY¹⁰²).

O crescimento razoavelmente bom do eucalipto em condições de campo, em solos com níveis extremamente baixos de fósforo disponível, em parte pode ser explicado pelos trabalhos de Ballard & Pritchett^{*} e de Novais et alii^{**} citados por NOVAIS et alii¹¹⁴, que verificaram redução nos valores dos níveis críticos de fósforo no solo com o aumento da idade das plantas de eucalipto. No trabalho de NOVAIS et alii^{**}, esse decréscimo foi atribuído a variações no enraizamento e/ou possíveis alterações metabólicas nas plantas com a idade.

* BALLARD, R. & PRITCHETT, W.L. Soil testing as a guide to phosphorus fertilization of young pine plantation in Coastal Plain Agricultural Experiment Stations University of Florida. Gainesville, 22, 1975. (Bulletin 778).

** NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. & COUTO, C. Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto. Revista Árvore, Viçosa, 6:29-37, 1982.

4.4.4.3. Concentrações foliares de potássio (AFK)

A análise de variância para a concentração de potássio nas folhas das espécies de eucaliptos, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 31A).

Os níveis médios de concentração foliar de potássio se apresentaram com os mesmos valores para os anos 1 e 2 e, decresceram do ano 2 para o ano 3 (Quadro 33).

As concentrações foliares médias de potássio se apresentaram com valores decrescentes para as espécies *E. grandis*, *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. brassiana*, *E. exserta* e *E. saligna* (Quadro 33).

Os teores médios de concentração de potássio nas folhas das espécies de eucaliptos foram inferiores aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura. Entretanto, foram superiores aos considerados ótimos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis*, nas condições da África do Sul.

Vale ressaltar que os níveis de potássio encontrados no solo são comparáveis aos níveis críticos propostos por BARROS et alii⁷ e NOVAIS et alii¹¹³, como adequados para a implantação e suficientes para garantir um incremento médio anual de até 20 m³/ha/ano.

QUADRO 33 - Comparações entre as concentrações médias de potássio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	0,90 bc	0,90 bc	1,13 a	0,89 bc	0,93 abc	1,01 ab	0,79 c	0,93 abc	0,94 A
Ano 2	0,89 b	0,94 ab	0,90 b	0,85 b	1,14 a	0,98 ab	0,92 b	0,91 b	0,94 A
Ano 3	0,79 a	0,90 a	0,92 a	0,81 a	0,92 a	0,84 a	0,76 a	0,76 a	0,83 B
Médias	0,86 bc	0,92 abc	0,98 a	0,85 bc	0,99 a	0,94 ab	0,82 c	0,87 bc	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao contrário do que ocorre com o P, o nível crítico de potássio no solo para o crescimento do eucalipto aumenta com a idade da planta. Não obstante a diferença que pode ocorrer entre as espécies, é provável que o crítico para as árvores esteja entre 20 e 50 ppm (NOVAIS et alii¹¹⁵).

Com o crescimento da árvore, devido à exaustão do potássio inicialmente disponível, passa-se de uma fase inicial de suficiência para outra de insuficiência deste nutriente. NOVAIS et alii¹¹⁴ consideram essencial o acompanhamento dessas alterações ao longo dos cultivos, para diferentes espécies de eucalipto, em diferentes idades, no intuito de se evitar que o potássio seja um problema crítico no futuro. Atendendo a este objetivo, através da avaliação anual do "status" nutricional do teste de introdução de

eucaliptos na Baixada Cuiabana, o presente trabalho condiz com o recomendado pelo referido autor.

4.4.4.4. Concentrações foliares de cálcio (AFCa)

A análise de variância para a concentração de cálcio nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 31A).

As concentrações médias de cálcio nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, encontram-se no Quadro 34.

Os níveis médios de concentração foliar de cálcio das espécies de eucaliptos, cresceram do ano 1 para o ano 2 e, decresceram do ano 2 para o ano 3, porém os valores dos anos 1 e 3 foram estatisticamente semelhantes. Coerentemente, as concentrações de cálcio no solo, de um modo geral, decresceram com as idades de avaliação.

As concentrações foliares médias de cálcio se apresentaram com valores decrescentes para a espécies *E. exserta*, *E. camaldulensis*, *E. brassiana*, *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*. Com poucas variações, esses resultados confirmaram-se para todas as épocas de avaliação.

Quase todas as espécies de *Eucalyptus* apresentaram valores médios de concentração de cálcio nas folhas, comparáveis

aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura. Exceção feita para *E. urophylla* que obteve valor inferior ao mínimo e, *E. exserta*, com valor superior ao máximo. Considerando-se a concentração foliar de cálcio e o crescimento diferenciado apresentado pelas espécies, aparentemente, *E. urophylla* foi a espécie menos exigente quanto a esse nutriente e *E. exserta* a mais exigente.

QUADRO 34 - Comparações entre as concentrações de cálcio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	1,24 a	1,16 ab	1,04 ab	1,30 a	0,87 c	0,97 bc	0,92 bc	0,76 c	1,03 B
Ano 2	1,16 c	1,20 bc	1,45 ab	1,56 a	0,87 c	1,06 cd	0,83 de	0,79 e	1,12 A
Ano 3	1,16 b	1,20 ab	0,95 bcd	1,44 a	0,88 cd	1,09 bc	0,75 d	0,71 d	1,02 B
Médias	1,19 b	1,19 b	1,15 bc	1,43 a	0,87 d	1,04 c	0,83 de	0,75 e	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Todas as espécies de eucalipto obtiveram valores da concentração foliar de cálcio superiores aos mínimos citados por SCHONAU¹⁴⁰. Dentre estas, *E. exserta*, *E. camaldulensis*, *E. brassiana*, *E. citriodora* e *E. paniculata* apresentaram valores comparáveis aos considerados ótimos pelo referido autor para *E.*

grandis nas condições da África do Sul; o que indica, de um modo geral que, todas as espécies apresentaram um adequado suprimento de cálcio.

4.4.4.5. Concentrações foliares de magnésio (AFMg)

A análise de variância para a concentração de magnésio nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre as espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 31A).

As concentrações médias de magnésio nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 35.

Os teores de magnésio do solo (verificados através dos valores de Ca + Mg) detectados pela análise de fertilidade e os níveis médios de concentração foliar de magnésio, conjuntamente, decresceram com as idades de avaliação. Provavelmente, decorrente do crescimento apresentado pelas espécies de eucalipto que provocaram efeitos de diluição nas concentrações foliares deste nutriente.

As concentrações foliares médias de magnésio se apresentaram com valores decrescentes para as espécies de *E. urophylla*, *E. paniculata*, *E. brassiana*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora* e *E. exserta*. De um modo geral, esses resultados se confirmaram para todas as épocas de avaliação.

Quase todas as espécies de eucalipto apresentaram valores médios de concentração de magnésio nas folhas comparáveis aos níveis ótimos (0,30%) obtidos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições da África do Sul, exceto, *E. exserta* que apresentou-se com valor no limiar de 0,29%.

E. urophylla, *E. paniculata*, *E. saligna* e *E. brassiana* apresentaram teores de magnésio comparáveis aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura; as demais espécies obtiveram valores inferiores ao mínimo proposto pelos referidos autores.

QUADRO 35 - Comparações entre as concentrações de magnésio (%) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	0,41 abc	0,38 bcd	0,34 cd	0,31 d	0,43 ab	0,44 ab	0,47 a	0,46 a	0,40 A
Ano 2	0,42 ab	0,35 bc	0,39 abc	0,32 c	0,38 abc	0,44 a	0,40 ab	0,44 a	0,39 A
Ano 3	0,40 a	0,31 bc	0,26 c	0,25 c	0,37 ab	0,38 ab	0,37 ab	0,40 a	0,34 B
Médias	0,41 ab	0,35 c	0,33 c	0,29 d	0,39 b	0,42 ab	0,41 ab	0,43 a	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando-se o crescimento semelhante apresentado pelas espécies e as diferenças observadas nas concentrações

foliares de magnésio, aparentemente *E. camaldulensis* foi menos exigente quanto a esse nutriente que *E. urophylla*. Já, considerando-se o crescimento diferenciado apresentado pelas espécies, provavelmente *E. exserta* apresentou menor capacidade para absorção e/ou translocação e/ou utilização de magnésio que *E. camaldulensis* e *E. urophylla*.

Considerando-se que a disponibilidade deste nutriente no solo foi suficiente para suprir a demanda exigida pelas espécies, pode-se concordar com NOVAIS et alii¹¹⁴, que afirmam que a demanda de magnésio para o eucalipto, de um modo geral, é baixa.

4.4.4.6. Concentrações foliares de enxofre (AFS)

A análise de variância para a concentração de enxofre nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas apenas entre anos de avaliação, conforme apresentado no Quadro 31A.

As concentrações médias de enxofre nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 36.

As espécies de eucaliptos apresentaram concentrações médias de enxofre, estatisticamente semelhantes. Os valores encontrados são inferiores às concentrações mínimas citadas por SCHONAU¹⁴⁰, e às consideradas adequadas para a cultura de eucaliptos, citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, o que indica que, todas as

espécies apresentaram-se com inadequado suprimento de enxofre, provavelmente decorrente da baixa concentração de enxofre no solo, detectada pela análise de fertilidade (Quadro 8A).

McLung & Freitas^{*} e Kamprath^{**}, citados por LOPES⁸³ consideram que as deficiências naturais de enxofre nos solos sob savanas estão associadas à queima freqüente dessas áreas.

QUADRO 36 - Concentrações médias de enxofre (%) nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. canaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	0,057	0,051	0,059	0,061	0,059	0,066	0,059	0,055	0,058 B
Ano 2	0,095	0,096	0,099	0,099	0,117	0,110	0,123	0,100	0,105 A
Ano 3	0,055	0,054	0,061	0,055	0,054	0,054	0,051	0,050	0,054 B
Médias	0,069	0,067	0,073	0,072	0,077	0,077	0,078	0,068	

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os níveis médios de concentração foliar de enxofre das espécies de eucaliptos cresceram do ano 1 para o ano 2 e,

* McLUNG, A.C. & FREITAS, L.M.M. de. Sulphur deficiency in soil of Brazilian campos. *Ecology*, 40(2):315-317, 1959.

** KAMPRATH, E.J. Sulphur. In: SANCHEZ, P.A. (ed.). A review of soil research in tropical Latin America. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin nº 219. p. 179-180.

decreceram do ano 2 para o ano 3. As maiores concentrações observadas para o ano 2 já foram discutidas na introdução do tópico.

4.4.4.7. Concentrações foliares de boro (AFB)

A análise de variância para a concentração de boro nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas para espécies, anos de avaliação, interação espécies x anos de avaliação, conforme apresentado no Quadro 31A.

As concentrações médias de boro nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 37.

Os níveis médios de concentração foliar de boro das espécies de eucalipto cresceram do ano 1 para o ano 2 e decresceram do ano 2 para o ano 3; porém os valores do ano 3 foram superiores aos do ano 1.

As concentrações foliares médias de boro se apresentaram com valores decrescentes para as espécies *E. camaldulensis*, *E. paniculata*, *E. exserta*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. citriodora* e *E. urophylla*.

QUADRO 37 - Comparações entre as concentrações de boro (ppm) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	18,89 a	22,67 a	20,00 a	19,71 a	20,42 a	22,19 a	21,76 a	20,87 a	20,81 C
Ano 2	20,29 c	27,76 abc	23,02 abc	29,80 ab	30,83 a	28,81 abc	27,25 abc	22,20 bc	26,24 A
Ano 3	27,33 a	30,71 a	23,14 abcd	26,18 ab	22,20 abcd	25,75 abc	17,89 bcd	16,73 d	23,74 B
Médias	22,17 bc	27,05 a	22,05 bc	25,23 ab	24,49 abc	25,58 ab	22,30 abc	19,94 c	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores médios de concentração de boro nas folhas das espécies de eucalipto foram inferiores aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura; o que indica que todas as espécies aparentemente apresentaram-se com inadequado suprimento de boro, provavelmente, devido às baixas concentrações deste elemento no solo (Quadro 8A), associada a intensidade, severidade e longa duração dos períodos de déficit hídrico característicos dessa região.

NOVAIS et alii¹¹⁵, cita que o transporte de boro no solo até a raiz da planta envolve mecanismos, como fluxo em massa e difusão, altamente dependentes do teor de umidade do solo.

O crescimento semelhante e a maior e menor concentração de boro observadas respectivamente para *E. camaldulensis* e *E.*

urophylla demonstram que o primeiro é mais exigente que o segundo em boro, para a manutenção do crescimento.

As piores formas de fuste verificadas (Quadro 23) corresponderam respectivamente às espécies *E. exserta*, *E. brassiana* e *E. citriodora*; nas mesmas, foi também observado seca e morte de brotação apical (Quadro 19), entre nós curtos e folhas de tamanho menor; esse quadro caracteriza sintomatologia de carência de boro, retratado por NOVAIS et alii¹¹⁵.

Segundo MALAVOLTA et alii⁹⁶, os sintomas de carência de boro evidenciaram-se primeiramente em *E. citriodora*, seguindo-se em *E. grandis* e finalmente em *E. urophylla*. Savory^{*}, citado por ROCHA FILHO¹³⁵, classifica a espécie *E. saligna* menos sensível e as espécies *E. citriodora* e *E. grandis* como sensíveis a carência de boro.

4.4.4.8. Concentrações foliares de zinco (AFZn)

A análise de variância para a concentração de zinco nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos (Quadro 31A).

Os níveis médios de concentração foliar de zinco das espécies de eucalipto cresceram do ano 1 para o ano 2 e decresceram

* SAVORY, B.M. Boron deficiency in eucalyptus in Northern Rhodesia. Empire For. Review, 41:118-126, 1962.

do ano 2 para o ano 3; porém os valores do ano 3 foram superiores aos do ano 1 (Quadro 38).

As concentrações foliares médias de zinco apresentaram-se com valores decrescentes para as espécies *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. exserta*, *E. paniculata*, *E. brassiana*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla* (Quadro 38).

Os teores médios de concentração de zinco nas folhas das espécies de eucalipto foram inferiores aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura. Esse fato indica que, todas as espécies apresentaram-se com suprimento inadequado de zinco, provavelmente, devido às baixas concentrações deste elemento no solo (Quadro 8A) e à intensidade, severidade e extensão dos períodos de déficit hídrico característicos dessa região.

NOVAIS et alii¹¹⁵, citam que à semelhança do boro, o transporte de zinco no solo até a raiz da planta envolve mecanismos, como fluxo em massa e difusão, altamente dependentes do teor de umidade do solo.

O crescimento semelhante e a maior e menor concentração de zinco observadas respectivamente para *E. camaldulensis* e *E. urophylla* demonstram que o primeiro é mais exigente que o segundo em zinco, para a manutenção do crescimento.

Considerando-se os níveis foliares de zinco propostos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições da África do Sul, quase todas as espécies de eucalipto apresentaram valores médios de concentração foliar de zinco comparáveis aos níveis adequados (compreendido entre o mínimo e o ótimo) obtidos pelo referido

autor, exceção é feita para *E. citriodora* e *E. camaldulensis* que apresentaram valores superiores ao teor máximo. Isto que sugere que, estas espécies são muito exigentes neste micronutriente ou, que estes níveis poderão exercer efeitos fitotóxicos nas mesmas.

QUADRO 38 - Comparações entre as concentrações de zinco (ppm) das folhas das espécies de eucalipto detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
Avaliação	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	14,85 bc	24,38 a	24,47 a	20,10 ab	12,53 c	16,76 bc	14,31 bc	11,74 c	17,39 C
Ano 2	20,96 c	34,76 b	53,13 a	21,04 c	17,53 c	21,00 c	17,21 c	16,15 c	25,22 A
Ano 3	16,39 b	31,64 a	37,36 a	19,46 b	15,69 b	15,53 b	14,26 b	15,25 b	20,76 B
Médias	17,40 cde	30,26 b	38,32 a	20,20 c	15,25 de	17,76 cd	15,43 de	14,38 e	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.4.4.9. Concentrações foliares de ferro (AFFe)

A análise de variância para a concentração de ferro nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativos entre espécies e interação espécies x anos, conforme apresentado no Quadro 31A.

Os níveis médios de concentração foliar de ferro das

espécies de eucalipto decresceram do ano 1 para o ano 2 e cresceram do ano 2 para o ano 3, porém os valores do ano 3 foram inferiores aos do ano 1, todos porém, estatisticamente semelhantes (Quadro 39).

QUADRO 39 - Comparações entre as concentrações médias de ferro (ppm) das folhas das espécies de eucalipto, detectadas ao longo dos anos de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	186,64 a	78,02 b	70,35 b	51,28 b	48,70 b	36,30 b	23,34 b	16,45 b	68,88 A
Ano 2	23,12 a	21,09 a	36,04 a	35,65 a	48,02 a	81,88 a	69,11 a	56,67 a	47,20 A
Ano 3	85,49 a	51,16 a	72,16 a	34,34 a	52,81 a	47,50 a	39,03 a	62,26 a	55,59 A
Médias	98,42 a	52,09 b	59,52 ab	40,42 b	49,84 b	55,23 b	43,82 b	45,13 b	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As concentrações foliares médias de ferro se apresentaram com valores decrescentes para as espécies *E. brassiana*, *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna* e *E. exserta* (Quadro 39).

Os teores médios de concentração de ferro nas folhas das espécies de eucaliptos foram inferiores aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷, como adequados para a cultura e também inferiores aos teores mínimos propostos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições

da África do Sul; exceção feita para *E. brassiana*.

Apesar do pH do solo ter decrescido com as idades de avaliação e o nível de ferro encontrado no solo ter sido considerado adequado, ainda assim, observou-se que de um modo geral, as espécies de eucalipto apresentaram-se com inadequado suprimento desse micronutriente, provavelmente, devido aos efeitos antagônicos entre a assimilação de manganês em detrimento da de ferro.

MALAVOLTA & MALAVOLTA⁹⁵, citam que o efeito da elevação da concentração de manganês pode diminuir a absorção de ferro e, conseqüentemente, o seu teor foliar também será menor.

NOVAIS et alii¹¹⁴ cita que os solos de savana, utilizados para o plantio de eucalipto são, de modo geral, bem drenados, condição para menor disponibilidade de ferro. Entretanto, são naturalmente ácidos, condição para maior solubilidade e disponibilidade. Cita ainda que, mesmo em solos extremamente arenosos e pobres em ferro, a disponibilidade inicial do nutriente satisfaz a demanda da planta.

MENGEL & KIRKBY¹⁰² consideram que a eficiência do eucalipto em absorver ferro é, provavelmente, muito grande e pode ser dependente da capacidade das raízes dessas plantas em reduzir o pH do meio, dada a absorção preferencial de $N-NH_4^+$ e, assim, aumentar suas disponibilidades. JAUREGUI & REISENAUER⁶⁹, acrescentam que a liberação de exsudatos pelas raízes, como o ácido málico que, oxidando-se a CO_2 e H_2O causa a redução de $Fe(OH)_3$, transformando as formas precipitadas em solúveis e disponíveis para as plantas.

4.4.4.10. Concentrações foliares de manganês (AFMn)

A análise de variância para manganês nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas entre espécies, anos de avaliação e interação espécies x anos, conforme apresentado no Quadro 31A.

As concentrações médias de manganês nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação encontram-se no Quadro 40.

Os níveis médios de concentração foliar de manganês cresceram com as épocas de avaliação. Observou-se também que o pH do solo decresceu com as épocas de avaliação. Segundo BRADY & BUCKMAN¹⁵, o micronutriente manganês apresenta maior solubilidade e disponibilidade sob condições ácidas.

As concentrações foliares médias de manganês se apresentaram com valores decrescentes para as espécies *E. paniculata*, *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. exserta*, *E. saligna*, *E. citriodora* e *E. urophylla*. Essa tendência na apresentação dos resultados médios dos teores foliares de manganês em função das espécies, se confirmaram para todas as épocas de avaliação.

Os teores médios de manganês nas folhas das espécies de eucalipto foram superiores aos citados por MALAVOLTA et alii⁹⁷ como adequados para a cultura e, também, superiores aos teores mínimos propostos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições da África do Sul. Particularmente, *E. paniculata* e *E. brassiana* apresentaram

valores superiores aos teores máximos recomendados pelo referido autor¹⁴⁰.

QUADRO 40 - Comparações entre as concentrações de manganês (ppm) das folhas das espécies de eucalipto, detectadas ao longo dos anos experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas de Avaliação	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. oxserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	2760,52 a	2346,66 a	1619,40 a	2235,18 a	2390,34 a	2836,96 a	2224,33 a	1658,72 a	2259,03 B
Ano 2	3116,62 a	2666,42 ab	2554,69 ab	2752,12 ab	2764,06 ab	3414,94 a	2526,49 ab	1692,28 b	2685,95 A
Ano 3	3202,66 ab	2785,75 ab	2321,82 b	2387,20 b	2963,08 ab	4109,15 a	2453,30 b	1716,78 b	2742,47 A
Médias	3026,6 b	2599,6 c	2165,3 d	2458,2 cd	2705,8 bc	3453,7 a	2401,4 cd	1689,3 e	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo BRADY & BUCKMAN¹⁵, manganês e molibdênio são necessários à assimilação dos nitratos pelos vegetais. Em solos ácidos há relativa abundância de íons Fe, Cu, Zn e Mn. Ferro, cobre e zinco poderão reduzir a absorção de manganês. Aparentemente, o zinco e o fósforo são necessários à utilização ótima do manganês, e excesso de potássio poderá prejudicar a assimilação do manganês. O referido autor¹⁵ considera que os exemplos acima são suficientes para denotar a complexidade das influências antagônicas dos elementos na absorção desse micronutriente.

As elevadas concentrações foliares de manganês observadas nas espécies de eucalipto e as ponderações tecidas por BRADY & BUCKMAN¹⁵, sugerem que estudos pormenorizados de nutrição mineral venham a esclarecer as complexas relações existentes entre os micronutrientes envolvidos.

4.4.4.11. Concentrações foliares de cobre (AFCu)

A análise de variância para a concentração de cobre nas folhas das espécies de eucalipto, nas diferentes épocas de avaliação, revelou diferenças significativas somente para anos de avaliação, conforme apresentado no Quadro 31A.

Os níveis médios de concentração foliar de cobre cresceram do ano 1 para o ano 2 e decresceram do ano 2 para o ano 3; os valores absolutos do ano 3 foram superiores aos do ano 1, embora estatisticamente semelhantes (Quadro 41).

Estatisticamente, as concentrações foliares médias de cobre foram semelhantes para todas as espécies de eucaliptos, porém, com valores absolutos decrescentes para *E. citriodora*, *E. exserta*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. paniculata* e *E. urophylla* (Quadro 41).

Todas as espécies de eucalipto apresentaram valores médios de concentração de cobre nas folhas comparáveis aos níveis adequados (compreendidos entre o mínimo e o ótimo) obtidos por SCHONAU¹⁴⁰ para *E. grandis* nas condições da África do Sul.

QUADRO 41 - Comparações entre as concentrações médias de cobre (ppm) das folhas das espécies de eucalipto, detectadas ao longo dos anos experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Épocas	Espécies de <i>Eucalyptus</i>								Médias
de									
Avaliação	<i>E. brassiana</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. urophylla</i>	
Ano 1	9,04	7,63	8,65	8,36	7,20	6,51	9,25	7,02	8,00 B
Ano 2	11,76	9,63	15,38	17,25	12,32	10,72	12,94	9,28	12,41 A
Ano 3	10,75	9,16	9,51	6,89	9,37	7,66	9,72	7,41	8,80 B
Médias	10,52 a	8,81 a	11,18 a	10,83 a	9,63 a	8,30 a	10,64 a	7,90 a	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

E. citriodora, *E. exserta* e *E. brassiana* apresentaram teores foliares de cobre superior ao valor máximo proposto por MALAVOLTA et alii⁹⁷, o que sugere que estas espécies são muito exigentes neste micronutriente ou que estes níveis estão exercendo efeitos fitotóxicos. As demais espécies apresentaram-se com valores comparáveis aos citados pelo referido autor⁹⁷ como adequados para a cultura.

De um modo geral, todas as espécies apresentaram-se com adequado suprimento de cobre. Porém, face as baixas concentrações deste elemento no solo, se a demanda das espécies por esse micronutriente mantiver a tendência crescente com as idades de avaliação provavelmente, a capacidade deste solo para suprir a necessidade as espécies para os anos subseqüentes poderá ser

comprometida.

4.4.5. Avaliação do "status" nutricional

No Quadro 42 é apresentada a avaliação do "status" nutricional das espécies de eucalipto em função das concentrações foliares médias de nutrientes.

A absorção total de macronutrientes apresentou-se decrescente para *E. exserta* > *E. citriodora* > *E. camaldulensis* > *E. brassiana* > *E. grandis* e *E. paniculata* > *E. saligna* > *E. urophylla*. Para micronutrientes, decresceu para *E. paniculata* > *E. brassiana* > *E. grandis* > *E. camaldulensis* > *E. exserta* > *E. saligna* > *E. citriodora* > *E. urophylla*.

Os macronutrientes mais extraídos do solo pelas espécies de eucaliptos em ordem decrescente foram: N > Ca > K > Mg > P > S e os micro: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

Através da avaliação do "status" nutricional foi possível também agrupar as espécies que apresentaram o mesmo padrão de absorção de macro e micronutrientes. Ou seja, as espécies que obtiveram os menores crescimentos (*E. exserta*, *E. paniculata* e *E. brassiana*), apresentaram-se com concentrações foliares de macronutrientes decrescentes para Ca > N > K > Mg > P > S e, de micronutrientes para Mn > Fe > B > Zn > Cu.

QUADRO 42 - Avaliação do "status" nutricional das espécies de *Eucalyptus* em função das concentrações foliares médias de nutrientes.

Espécies de <i>Eucalyptus</i>	Concentrações foliares de nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	B	Fe	Mn	Zn
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
<i>E. brassiana</i>	1,01 B	1,101 S	0,86 B	1,19 S	0,41 S	0,069 B	10,52 A	22,17 B	98,42 B	3026,6 A	17,40 B
<i>E. camaldulensis</i>	1,10 B	0,093 B	0,92 B	1,19 S	0,35 B	0,067 B	8,81 S	27,05 B	52,09 B	2599,6 A	30,26 B
<i>E. citriodora</i>	1,19 B	0,135 A	0,98 B	1,15 S	0,33 B	0,073 B	11,18 A	22,05 B	59,52 B	2165,3 A	38,32 B
<i>E. exserta</i>	1,20 B	0,141 A	0,85 B	1,43 A	0,29 B	0,072 B	10,83 A	25,23 B	40,42 B	2458,2 A	20,20 B
<i>E. grandis</i>	1,15 B	0,129 A	0,99 B	0,87 S	0,39 S	0,077 B	9,63 S	24,49 B	49,84 B	2705,8 A	15,25 B
<i>E. paniculata</i>	1,01 B	0,127 A	0,94 B	1,04 S	0,42 S	0,077 B	8,30 S	25,58 B	55,23 B	3453,7 A	17,76 B
<i>E. saligna</i>	1,23 B	0,105 S	0,82 B	0,83 S	0,41 S	0,078 B	10,64 A	22,30 B	43,82 B	2401,4 A	15,43 B
<i>E. urophylla</i>	1,15 B	0,133 A	0,87 B	0,75 B	0,43 S	0,068 B	7,90 S	19,94 B	45,13 B	1689,3 A	14,38 B
Médias	1,13	0,12	0,90	1,06	0,38	0,07	9,73	23,60	55,56	256,24	21,13

Obs.: Classificação segundo os teores foliares considerados adequados para a cultura de eucalipto, propostos por MALAVOLTA et alii.

A = teor alto

S = teor adequado

B = teor baixo

E. urophylla e *E. grandis* apresentaram-se com concentrações foliares de macronutrientes decrescentes para N > K > Ca > Mg > P > S e, de micronutrientes para Mn > Fe > B > Zn > Cu.

E. citriodora e *E. saligna* apresentaram-se com concentrações foliares de macronutrientes decrescentes para N > Ca > K > Mg > P > S e, de micronutrientes para Mn > Fe > Zn > B > Cu (*E. citriodora*) e, para Mn > Fe > B > Zn > Cu (*E. saligna*). *E. camaldulensis* apresentou para macronutrientes foliares a mesma

tendência observada nas espécies que obtiveram os menores crescimentos e para micronutrientes foliares a mesma observada para *E. citriodora*.

Segundo Braga^{*}, a seleção de espécies com o mesmo padrão de crescimento, de acordo com os critérios de avaliação do "status" nutricional comparativo aos teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura do eucalipto por MALAVOLTA et alii⁹⁷, poderá basear-se nas seguintes premissas:

- a) Quanto maior a concentração foliar do nutriente, maiores também serão a eficiência de absorção, o esgotamento das reservas nutricionais do sítio, as chances de vencer a competição interespecífica e o "status" nutricional porém, provavelmente, menor será a eficiência de utilização do nutriente.
- b) Raciocínio contrário será válido para menores concentrações foliares de nutrientes.

A avaliação do "status" nutricional revelou que, generalizadamente, todas as espécies de *Eucalyptus* apresentaram respectivamente baixas concentrações foliares médias de N, S, B, Fe, Zn (para *E. citriodora*, o valor está próximo ao limite inferior) e K (para *E. citriodora* e *E. grandis*, os valores estão próximos ao limite inferior) e alta de Mn. Isto indica que aparentemente os elementos N, S, B, Fe, Zn e K foram os mais limitantes para o crescimento máximo das espécies.

* FRANCISCO ASSIS BRAGA. Engenheiro Florestal, MS Solos-Nutrição Florestal. Pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura de Lavras. (Comunicação Pessoal).

No solo, os nutrientes N, S, B e Zn também apresentaram-se com baixos níveis e o Fe, apesar de se encontrar com níveis adequados, a sua deficiência a nível foliar provavelmente pode ser atribuída aos efeitos antagônicos decorrentes da absorção elevada de Mn pelas espécies de eucaliptos.

Apesar dos valores absolutos de K trocável no solo estarem dentro dos valores críticos propostos por BARROS et alii⁷ e NOVAIS et alii¹¹³, quando se considera que estes solos também apresentaram teores de Ca^{2+} + Mg^{2+} maiores que 0,8 meq/100 g, os limites dos valores críticos de K aumentam (NOVAIS et alii¹¹⁴) possivelmente, até o nível de se tornarem limitantes para o crescimento das espécies consideradas.

Considerando-se agora o grupo de espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimentos (*E. camaldulensis* e *E. urophylla*), verificou-se que o mesmo diferiu nas posições classificatórias quanto às concentrações foliares médias de P, Ca e Mg.

Enquanto *E. camaldulensis* apresentou teores foliares baixos de P e Mg, *E. urophylla* apresentou teores altos e adequados para os mesmos nutrientes, o que aparentemente sugere que:

- *E. urophylla* apresenta um melhor "status" nutricional, o que a princípio contraria a constatação pela diagnose visual que aponta o *E. camaldulensis* com menor nível de deficiência nutricional;
- o *E. urophylla* provavelmente apresenta maior eficiência de absorção desses nutrientes que o *E. camaldulensis*;
- os sítios onde crescem *E. urophylla*, provavelmente sofreram de-

pauperamento progressivo desses nutrientes mais rapidamente que os em que crescem *E. camaldulensis*;

- *E. camaldulensis* provavelmente apresentou maior eficiência de utilização desses nutrientes;
- e que os nutrientes P e Mg podem também ser limitantes para o máximo crescimento do *E. camaldulensis*.

Já, em relação ao Ca, *E. camaldulensis* apresentou-se com teor adequado e *E. urophylla* com baixo teor, o que, aparentemente, pode sugerir que no caso do Ca, todas as considerações tecidas acima em relação ao P e Mg poderão ser consideradas invertidas para as espécies em questão, e, que o Ca poderá também ser limitante para o máximo crescimento do *E. urophylla*.

Considerando-se agora o grupo de espécies que apresentaram crescimento intermediário (*E. citriodora*, *E. grandis* e *E. saligna*), verifica-se que as mesmas diferiram nas posições classificatórias quanto as concentrações foliares médias de P, Mg, Cu, e de K e Zn quando se considerar que esses valores estão próximos aos limites inferiores, suficientes para promoverem a ascensão ao nível classificatório seguinte.

Em relação ao Cu, pode-se dizer que aparentemente estas espécies apresentaram-se com um adequado "status" nutricional, apesar de *E. citriodora* e *E. saligna* apresentarem-se com concentrações foliares médias altas. O mesmo pode ser considerado em relação ao P; apesar de *E. citriodora* e *E. grandis* apresentarem-se com concentrações foliares médias altas.

Já, em relação ao Mg, enquanto o *E. grandis* e o *E.*

saligna apresentaram teores adequados, *E. citriodora* apresentou-se com teor baixo, o que aparentemente sugere que:

- *E. grandis* e *E. saligna* apresentam um melhor "status" nutricional que *E. citriodora*, confirmado também pela diagnose visual do quadro sintomatológico de deficiências nutricionais;
- *E. grandis* e *E. saligna* provavelmente apresentam maior eficiência de absorção desse nutriente que *E. citriodora*;
- os sítios onde crescem *E. grandis* e *E. saligna* provavelmente sofreram depauperamento progressivo desse nutriente mais acentuadamente que os em que crescem *E. citriodora*;
- *E. citriodora* provavelmente apresentou maior eficiência de utilização deste nutriente;
- o Mg pode também ser limitante para o máximo crescimento de *E. citriodora*.

Em relação ao K, *E. citriodora* e *E. grandis* apresentaram-se com teores adequados e *E. saligna* com teores baixos, o que aparentemente sugere que todas as considerações tecidas acima para o grupo constituído por *E. grandis* e *E. saligna* em relação a concentração foliar de Mg sejam válidas e perfeitamente extrapoladas para o grupo formado por *E. citriodora* e *E. grandis* em relação ao K (exceto para a diagnose visual). Acrescente-se que o K pode também ser limitante para o crescimento máximo do *E. saligna*.

Em relação ao Zn, *E. citriodora* apresentou-se com teor adequado, enquanto que *E. grandis* e *E. saligna* apresentaram teores baixos, o que sugere que aparentemente todas as considerações

tecidas para o grupo formado por *E. grandis* e *E. saligna* em relação a concentração foliar de Mg sejam válidas e perfeitamente extrapoladas para a espécie *E. citriodora* em relação ao Zn (exceto para a diagnose visual). Acrescente-se que o Zn pode também ser limitante para o máximo crescimento dos *E. grandis* e *E. saligna*.

Considerando-se agora o grupo de espécies que apresentaram os menores crescimentos (*E. exserta*, *E. paniculata* e *E. brassiana*), verifica-se que as mesmas diferiram nas posições classificatórias quanto às concentrações foliares médias de P, Ca, Mg e Cu.

Pode-se dizer que estas espécies apresentaram-se aparentemente com adequado "status" nutricional para P, Ca e Cu, pois os níveis de concentração foliar média para estes elementos oscilaram do teor adequado até o teor alto; no entanto, pela diagnose foliar, estas espécies apresentaram-se com os maiores índices de deficiência nutricional. Isto indica que, possivelmente, estas espécies apresentaram-se com suficiente capacidade de absorção destes elementos mas, ineficiência de utilização dos mesmos, tendo em vista os pequenos valores de crescimento apresentado.

Já, em relação do Mg, *E. brassiana* e *E. paniculata* apresentaram teores adequados, enquanto *E. exserta* teores baixos, o que sugere que, provavelmente, Mg pode também ser limitante para o crescimento máximo do *E. exserta*.

Vale relatar que, apesar das análises foliares não determinarem um quadro marcante de desnutrição geral para *E.*

exserta; a nível de campo a impressão visual era a de tal situação, principalmente por estar associada normalmente ao quadro característico de nanismos e de entouceiramento.

Deve-se ressaltar que as discussões acima foram tecidas à nível comparativo aos teores foliares de nutrientes considerados adequados para *Eucalyptus* spp, segundo MALAVOLTA et alii⁹⁷. No entanto, resta saber qual é o nível crítico específico para os nutrientes considerados.

4.5. Avaliação holística

No Quadro 43 são apresentados os valores dos escores absolutos decrescentes (de 8 até 1) em função da posição relativa ocupada pelas espécies de eucalipto nas avaliações das respectivas características consideradas no estudo de introdução das mesmas na Baixada Cuiabana. O teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas entre as espécies de eucalipto.

Ponderando-se também as discussões anteriores, principalmente as relativas às condições ecológicas (fitoedafoclimáticas) da região de introdução, foi possível fazer um fechamento holístico coerente ao objetivo de atender a série de pré-requisitos essenciais ao estabelecimento satisfatório das espécies na Baixada Cuiabana, os quais foram avaliados através da análise conjunta das características estudadas.

QUADRO 43 - Valores dos escores absolutos decrescentes (de 8 até 1) em função da posição relativa ocupada pelas espécies de eucaliptos nas avaliações das respectivas características consideradas no estudo de introdução de espécies de eucaliptos na Baixada Cuiabana, MT, 1991.

Características avaliadas	<i>E.bressiana</i>	<i>E.canadulensis</i>	<i>E.citriodora</i>	<i>E.exserta</i>	<i>E.grandis</i>	<i>E.paniculata</i>	<i>E.saligna</i>	<i>E.urophylla</i>
Volume cilíndrico/ha	3	8	6	2	5	1	4	7
Altura da planta	3	8	7	2	5	1	4	6
Diâmetro a altura do peito	3	8	6	2	4	1	5	7
Diâmetro do colo	4	7	6	5	2	1	3	8
Área de projeção de copa	1	7	4	3	6	2	5	8
Porcentagem de sobrevivência	1	5	2	4	7	6	3	8
Vigor vegetativo	3	8	4	1	6	2	5	7
Número de galhos até 1,30 m	6	8	7	4	3	1	2	5
Nível de deficiência nutricional	3	8	6	2	5	1	4	7
Resistência à seca	3	8	4	1	6	2	5	7
Índice de resistência a insetos	6	8	5	7	3	1	4	2
Índice de severidade de doenças	7	3	4,5	1	7	4,5	7	2
Incidência de cancro	2	3	5	1	6	7	4	8
Incidência de SPEVRD	4	8	2	1	7	5	3	6
% de troncos retilíneos	2	8	3	1	6	4	7	5
Total	51 bc	103 a	71,5 abc	37 c	78 ab	39,5 bc	65 abc	93 a

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

Através do somatório dos valores dos escores absolutos decrescentes correspondente às características avaliadas de cada espécie, foi possível classificá-las em ordem decrescente de suas potencialidades para atenderem aos objetivos de reflorestamento na

região da Baixada Cuiabana, na seguinte sequência: *E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. citriodora*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. paniculata* e *E. exserta*.

4.6. Efeitos significativos para blocos

A área experimental é de topografia plana, portanto, segundo GEIGER⁴⁸, nesta situação as pequenas variações microclimáticas apresentam a tendência de distribuição homogênea.

Os resultados das análises de fertilidade e textura dos solos dos blocos experimentais revelaram que estatisticamente não existem diferenças entre os mesmos. Portanto sobre o aspecto edáfico a área experimental também pode ser considerada homogênea. Entretanto, localmente foram observadas grandes diferenças quanto aos aspectos de estrutura física destes solos, principalmente afloramentos superficiais de rochas concrecionárias de grandes dimensões (diâmetros menores que 50 cm), esparsamente distribuídos, o que possivelmente foram responsáveis por algumas diferenças observadas nas características avaliadas.

A implantação dos blocos deu-se na sequência normal do primeiro para o quinto bloco, havendo uma seleção de mudas por tamanho, o que pode ter favorecido determinados blocos que receberam as maiores mudas em detrimento dos últimos blocos a serem implantados, que receberam mudas com tamanho inferior.

Segundo GOMES⁵⁵ o objetivo de um delineamento em blocos

casualizados é o de eliminar, do resíduo, uma possível fonte de variação que poderia mascarar a comparação entre tratamentos. O fato do efeito dos blocos ter sido significativo indica que realmente existia uma diferença significativa entre os locais onde foi feito o experimento. Entretanto, nenhuma análise exige que se apresente em que bloco, determinado tratamento se destacou (Veiga^{*}).

4.7. Coeficientes de variação (C.V. %)

De um modo geral, os valores dos coeficientes de variação experimental para as características avaliadas demonstraram boa precisão do experimento e a validade dos critérios propostos para a avaliação das mesmas, conforme são apresentados no apêndice, junto aos quadros de análise de variância.

No entanto, observou-se que os maiores valores de C.V. foram apresentados pelas características avaliadas qualitativamente, expressas na forma de notas ou índices, e valores menores foram observados nas características avaliadas através de aferições diretas, o que confirma sua utilização mais generalizada na avaliação de ensaios de introdução de espécies.

Pela definição do C.V. considera-se que o desvio padrão máximo é igual a média, e isto nem sempre ocorre. Portanto, na

* RUBEN DELLY VEIGA. Professor de Estatística Experimental. Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura de Lavras. (Comunicação pessoal).

opinião de Veiga^{*}, C.V. alto não invalida a análise.

4.8. Correlação entre as características avaliadas

Nos Quadros 32A, 33A e 34A, são apresentados somente os valores dos coeficientes de correlação entre as características avaliadas, que foram significativos ao nível de 5% de probabilidade, a fim de facilitar a visualização dos mesmos, em função do grande número de características envolvidas.

Nas três épocas de avaliação, as características volume cilíndrico por hectare, altura da planta, diâmetro a altura do peito, área de projeção de copa, vigor vegetativo e resistência a seca correlacionaram-se positivamente entre si. Isto indica ser possível a seleção de espécies produtivas portadoras de características qualitativas desejáveis, pois, características quantitativas diretamente correlacionadas com produção estão associadas às subjetivas relacionadas com qualidade. Segundo KAGEYAMA¹², correlações positivas de alta magnitude entre características demonstram que as mesmas podem ser consideradas como uma única unidade na seleção.

A estabilidade dos valores e a confirmação das tendências entre as correlações positivas verificadas para as características volume cilíndrico por hectare, altura da planta, diâmetro do colo,

* RUBEN DELLY VEIGA. Professor de Estatística Experimental. Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura de Lavras. (Comunicação pessoal).

área de projeção de copa, vigor vegetativo e resistência à seca foram indicativos de segurança e confiabilidade de utilização das mesmas para predizer o nível de adaptabilidade das espécies de eucaliptos introduzidas na Baixada Cuiabana.

Nas três épocas de avaliação, o nível de deficiência nutricional correlacionou-se negativamente com o volume cilíndrico por hectare, altura da planta, diâmetro a altura do peito, diâmetro do colo (exceto para o ano 2), área de projeção da copa, vigor vegetativo e resistência à seca, o que vem a confirmar a necessidade e essencialidade dos nutrientes minerais para a manutenção do crescimento e desenvolvimento satisfatório das espécies de eucaliptos, corroborando, portanto, com KRAMER & KOZLOWSKI⁷³, MEYER et alii¹⁰⁴, LARCHER³⁰ e SPURR¹⁵⁰, que realçam a importância dos nutrientes, principalmente para a manutenção dos processos ecomorfofisiológicos relacionados com o crescimento vegetal. No entanto, KAGEYAMA⁷² alerta que as correlações negativas altas merecem cuidados especiais na seleção, uma vez que prejudicam a seleção simultânea.

A porcentagem de sobrevivência correlacionou-se de um modo geral com baixos valores, positivamente em todas as épocas de avaliação, com volume cilíndrico/ha, área de projeção de copa, vigor vegetativo, resistência à seca e diâmetro do colo (ano 2). A correlação positiva com o volume cilíndrico por hectare justifica-se em função da porcentagem de sobrevivência ser componente multiplicativo da formulação que origina o valor do mesmo. A princípio, não existe muita coerência entre algumas

correlações positivas verificadas pois a maior porcentagem de sobrevivência está associada a maior uniformidade de "stand", maior competição entre plantas, menor resistência à seca e menor vigor vegetativo por árvore.

O número de galhos até 1,30 m de altura correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com deficiência nutricional (ano 3) e, negativamente, com pH (ano 2), volume cilíndrico/ha (ano 2), área de projeção de copa (ano 3), diâmetro a altura do peito (ano 3), vigor vegetativo (ano 3), resistência a seca (ano 3) e índice de resistência a inseto (ano 3).

O índice de resistência a insetos correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente no ano 1 com diâmetro do colo, área de projeção de copa e resistência à seca e, negativamente, com volume cilíndrico/ha (ano 2), nível de deficiência nutricional (ano 1), número de galhos até 1,30 metros (ano 3) e área de projeção de copa (ano 3).

A concentração foliar de nitrogênio correlacionou-se de um modo geral com baixos valores, positivamente com volume cilíndrico por hectare (ano 1, 2), diâmetro e altura do peito (ano 2) e área de projeção de copa (anos 2 e 3), concentrações foliares de P e S (ano 1) e, negativamente, com concentrações foliares de Fe (ano 1) e Mg (anos 2 e 3). Apesar dos baixos valores de concentrações foliares de nitrogênio, acredita-se que as correlações positivas observadas com as características silviculturais possam ser atribuídas às funções desempenhadas por tal nutriente nos processos fotossintéticos diretamente

responsáveis pelo crescimento das árvores (KRAMER & KOZLOWSKI⁷³).

A concentração foliar de potássio correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com porcentagem de sobrevivência (ano 2), com concentrações foliares de enxofre (ano 2) e ferro (ano 3) e, negativamente, com número de galhos (ano 2), pH (ano 2), índice de resistência a doenças (ano 3).

A concentração foliar de fósforo correlacionou-se de um modo geral com baixos valores, positivamente com altura da planta (ano 1) e nível de deficiência nutricional (ano 2) e, negativamente com vigor vegetativo (anos 1 e 3), volume cilíndrico/ha (ano 2), altura da planta (ano 2), diâmetro a altura do peito (ano 2), resistência a seca (anos 2 e 3), índice de resistência a insetos (ano 2) e concentrações foliares de Mg (ano 2), de Cu (ano 3) e concentrações no solo de Al (ano 2). Talvez as correlações negativas entre as baixas concentrações foliares de fósforo e algumas características silviculturais possam estar associadas a efeitos de diluição do nutriente em função do crescimento das árvores.

A concentração foliar de cálcio correlacionou-se de um modo geral com baixos valores, positivamente com índice de resistência a insetos, concentração foliar de B (ano 3) e de Fe (ano 1) e pH do solo (ano 2) e, negativamente com volume cilíndrico/ha (ano 2), resistência à seca (anos 1, 2 e 3), diâmetro a altura do peito (ano 3), porcentagem de sobrevivência (ano 1), número de galhos (anos 1 e 2) e concentrações foliares de Mg (anos 1, 2 e 3) e de Fe (ano 2).

A concentração foliar de magnésio correlacionou-se de um modo geral, com baixos valores, positivamente com concentração foliar de Fe (ano 2) e, negativamente, com altura da planta (ano 1), área de projeção de copa (ano 1) e concentração foliar de B (ano 2).

A concentração foliar de enxofre correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com diâmetro a altura do peito (ano 1) e número de galhos (ano 2) e, negativamente, com pH (ano 2).

A concentração foliar de ferro correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com deficiência nutricional (ano 1), número de galhos (ano 2), concentração foliar de cobre (anos 1 e 3) e pH do solo (ano 3) e, negativamente com número de galhos (ano 2), concentração de Ca, Mg (ano 3) e pH do solo (ano 2).

A concentração foliar de cobre correlacionou-se com baixos valores, negativamente com número de galhos (ano 3).

A concentração foliar de boro correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com o volume cilíndrico/ha (ano 2), índice de resistência a insetos (ano 3) e, negativamente, com área de projeção de copa (ano 3) e nível de deficiência nutricional (ano 2).

A concentração foliar de manganês correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, negativamente com volume cilíndrico por hectare (anos 1, 2 e 3), diâmetro a altura do peito (anos 1 e 3), altura da planta (ano 3), diâmetro do colo (anos 1, 2 e 3),

resistência a seca (anos 1 e 3), vigor vegetativo (ano 2), área de projeção de copa (anos 2 e 3), índice de resistência a pragas (ano 1) e a doenças (ano 2) e, positivamente, com número de galhos (ano 3). Em função das elevadas concentrações foliares de Mn obtidas, acredita-se que o excesso verificado talvez seja responsável por efeitos fitotóxicos, provavelmente comprometidos com o crescimento e também com características qualitativas das espécies, o que sugere estudos mais detalhados sobre a peculiaridade das espécies de eucalipto para a absorção de Mn.

Concentração foliar de manganês também correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com concentrações foliares de Mg (ano 1), Fe (ano 1), B (anos 1, 2 e 3), K (ano 1), P (ano 2), Ca (ano 3) e N (ano 3) e concentração de Al no solo (ano 1) e, negativamente, com concentrações foliares de N (ano 1), Mg (ano 2), concentrações no solo de CaMg (ano 2) e Al (ano 2) e pH (ano 1), o que demonstra complexas interações nutricionais envolvendo o nutriente em questão.

A concentração foliar de zinco correlacionou-se, de um modo geral com baixos valores, positivamente com altura da planta (anos 1 e 3), área de projeção de copa (ano 1), índice de ataque de pragas (ano 1) e, negativamente, com número de galhos (anos 1, 2 e 3). Em função das baixas concentrações foliares de zinco, as correlações obtidas se justificam pois, a carência deste nutriente comumente induz encurtamento dos entrenós que resulta em redução do crescimento (BORKET¹⁴).

A concentração foliar de zinco também correlacionou-se,

de um modo geral com baixos valores, positivamente com concentrações foliares de Ca (anos 1 e 2); K (ano 3), S (ano 3), e concentrações no solo de Al (ano 3) e CaMg (ano 1) e, negativamente, com concentração foliar de Mg (anos 1 e 3).

A concentração de CaMg do solo correlacionou-se positivamente com o nível de deficiência nutricional (ano 2).

4.9. Correlações entre as épocas de avaliação

No Quadro 35A são apresentados os valores das correlações entre cinco diferentes épocas de avaliação das características, porcentagem de sobrevivência, diâmetro do colo, altura das plantas e relação altura da planta/diâmetro do colo das espécies de eucaliptos.

Observa-se no Quadro 35A, que os valores dos coeficientes de correlação entre as médias de todas as características, envolvendo as épocas de avaliação viveiro e replantio foram inconsistentes, pois apresentaram-se com valores pequenos ou não significativos ao nível de 5% de probabilidade. Isto demonstra que uma seleção baseada em valores obtidos nestas fases de avaliação não são recomendados.

A partir destas épocas de avaliação, os valores dos coeficientes de correlação diminuíram à medida que aumentava o intervalo das idades. Porém, valores superiores a 0,83 foram obtidos a partir do ano 2, para todas as características.

Se essa tendência for mantida para as épocas futuras, provavelmente então, as seleções baseadas nos valores obtidos a partir do ano 2 poderão ser bem precisos. GOMES et alii⁵⁷, GUIMARÃES⁵⁸ e HARIDASAN et alii⁶⁴, referindo-se a estudos em região da mata ou mesmo de cerrado, concordam que as seleções realizadas após 2,5 anos fornecem informações seguras.

No Quadro 36A pode-se observar os valores das correlações entre três diferentes épocas de avaliação de várias características referentes às espécies de eucalipto.

Para fins de discussão, foram selecionadas somente aquelas mais utilizadas para fins de seleção em testes de introdução de espécies/procedências.

As características índice de resistência a pragas e de resistência a doenças apresentaram-se com valores pequenos ou não significativos ao nível de 5% de probabilidade e grande variabilidade em função das épocas de avaliação envolvidas. Isto vem a confirmar as discussões referentes as mesmas no item 4.8., que a seleção baseada em seus valores provavelmente, serão inconsistentes e de pouca confiabilidade.

Os valores dos coeficientes de correlação entre épocas de avaliação, para as características volume cilíndrico por hectare, DAP, vigor vegetativo, resistência a seca e área de projeção de copa, de um modo geral, diminuíram à medida que aumentava o intervalo das idades. Porém, valores superiores a 0,68, foram obtidos a partir do ano 2 para todas as características. MOURA & COSTA¹¹¹ constataram que a seleção de espécies baseada em 3,5 ou mais

anos forneceu informações mais precisas, em que as variações puderam ser melhor explicadas com base num R^2 maior que 70%. Moura* citados por MOURA & COSTA¹¹¹, numa condição de savana em transição para a caatinga, já havia encontrado resultados semelhantes e verificara que seleções em idades mais jovens podem levar a erros de interpretação. Entretanto, GOMES et alii⁵⁷, GUIMARÃES⁵⁸ e HARIDASAN⁶⁴, em estudos realizados na região de floresta ou mesmo de savana, concordam que, após 2,5 anos, estas seleções podem ser bem precisas.

Os maiores valores de coeficiente de correlação foram obtidos para as épocas de avaliação envolvendo ano 2 x ano 3 para as respectivas características altura das plantas (0,95), DAP (0,91), porcentagem de sobrevivência (0,90) e volume cilíndrico por hectare (0,79), o que vem a confirmar a utilização mais generalizada das mesmas nos programas de seleção de espécies/procedências.

* MOURA, V.P.G. Comportamento de espécies e procedências de *Euca - lyptus* em Várzea da Palma-MG. Região de transição Cerrado - caatinga. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 6, Brasília-DF, 1982. Alimento e Energia.

5. CONCLUSÕES

Apesar das limitações referentes ao número de espécies ensaiadas, número de locais, a pequena idade de avaliação e de possíveis alterações no comportamento das espécies, pode-se concluir para a Baixada Cuiabana que:

1) As espécies de maior potencial de adaptação às condições edafoclimáticas são *E. urophylla* e *E. camaldulensis*, podendo-se portanto recomendar o plantio das mesmas para a produção de biomassa energética, a curto prazo.

2) As espécies *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. saligna* poderão ter algum sucesso, desde que confirmado através de avaliação de outras procedências ou maior período de avaliação.

3) As espécies *E. brassiana*, *E. paniculata* e *E. exserta*, apesar de serem consideradas como aptas para a região, apresentaram baixo potencial de adaptação.

4) As condições ecológicas limitantes para o máximo crescimento das espécies de *Eucalyptus* na região foram a grande intensidade e extensão dos períodos de déficit hídrico e a baixa capacidade de suporte dos solos.

5) Os nutrientes que mais limitaram o crescimento das

espécies de *Eucalyptus* foram N, S, B, Fe, Zn (exceto para *E. citriodora*) e K (exceto para *E. citriodora* e *E. grandis*) e, especificamente o P e Mg para *E. camaldulensis*, o Mg para *E. citriodora* e *E. exserta* e o Ca para *E. urophylla*.

6) A principal consequência ecológica da introdução de espécies de *Eucalyptus* na região foi a diminuição da fertilidade natural do solo com o crescimento das espécies.

7) As espécies que mais contribuíram para o decréscimo da fertilidade natural dos solos, em ordem decrescente foram:

- para macronutrientes: *E. exserta* > *E. citriodora* > *E. camaldulensis* > *E. brassiana* > *E. grandis* e *E. paniculata* > *E. saligna* > *E. urophylla*;
- para micronutrientes: *E. paniculata* > *E. brassiana* > *E. grandis* > *E. camaldulensis* > *E. exserta* > *E. saligna* > *E. citriodora* > *E. urophylla*.

8) Os macronutrientes mais extraídos do solo pelas espécies em ordem decrescente foram: N > Ca > K > Mg > P > S, e os micronutrientes: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

6. SUMMARY

HOLISTIC EVALUATION OF THE EARLY STAGES OF THE *Eucalyptus* INTRODUCTION TEST IN THE BAIXADA CUIABANA, STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL

An introduction test of *Eucalyptus* species was carried out in the Baixada Cuiabana, state of Mato Grosso, Brazil, to obtain technical and scientific informations for the reforestation of the region using fast-growing species.

The experimental design was randomized complete blocks with five replications, in a scheme of split-plot in time. The main plots consisted of the following species: *E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. exserta*, *E. grandis*, *E. paniculata*, *E. saligna* e *E. urophylla*. Experimental plots were formed by rows of eight trees each in a 3 x 2 m spacing; the twenty most external trees were considered as borders while the twelve central ones were the measurable trees.

A holistic species growth evolution analysis up to three years of age was performed weighting the following parameters: survival percentage, plant height, trunk diameter (at soil level

and at breast height), canopy projection area, natural pruning, trunk shape, drought resistance, disease resistance, insect resistance, vegetative vigor, nutritional deficiency level, incidence of *Criphonectria cubensis* and dieback, as well as evaluation of the nutritional status and ecological conditions of the introduction region.

The results allowed to group the *Eucalyptus* species according to their reforestation potentialities. The outstanding species were *E. camaldulensis* and *E. urophylla* (provenance Anhembi) whereas *E. grandis*, *E. citriodora* and *E. saligna* stood in the intermediary group. *E. brassiana*, *E. paniculata* and *E. exserta* did not show any promise to the region. *E. urophylla* was the most adapted species to the region, presenting the greatest growth with the lowest amounts of nutrients absorbed. This species also had the greatest percentage of survival and the lowest incidence of *Criphonectria cubensis* and die back.

For the short term objectives such as energetic biomass production in short time rotations, only *E. camaldulensis* and *E. urophylla* presented economic importance to the region whereas the other species showed low volumetric increments.

The limiting ecological conditions to the maximum species growth in the introduction region were mainly the great frequency and extension of water stress periods and the low support capacity of soils. Generally the most limiting nutrients to growth were N, S, B, Fe, Zn (except for *E. citriodora*) and K (except for *E. citriodora* and *E. grandis*).

During this study, species growth was not affected by insects or foliar diseases. The major ecological result from the introduction of *Eucalyptus* species into the region was a reduction in the natural soil fertility in the experimental area along a three year test period. The macronutrients most extracted from the soil by the species, in decreasing order, were N > Ca > K > Mg > P > S, and the micronutrients: Mn > Fe > B > Zn > Cu.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBINO, J.C. & TOMAZELLO FILHO, M. Evolução do crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* em três regiões bioclimáticas do Estado de Minas Gerais. Brasília, CPAC, 1985. 39p. (Boletim de Pesquisa, 25).
2. ALDHOUS, V.R. Nursery practice. London, Forestry Commission Bulletin, 1975. 184p.
3. ANDRADE, E.N. O eucalipto. São Paulo, Companhia Paulista de estradas de ferro, 1961. 667p.
4. AWE, J.D.; SHEPHERD, K.R. & FLORENCE, R.G. Root development in provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Aust. For., Canberra, 39:201-9, 1976.
5. BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARDOSO, J.R. & MACEDO, P.R.O. Algumas relações solo - espécies de eucalipto em suas condições naturais. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. p.1-25.
6. ———; ——— & NEVES, J.C. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. p.127-86.
7. ———; ———; ——— & GOMES, J.M. Interpretação de análises químicas de solo para o crescimento de *Eucalyptus* spp. Revista Árvore, Viçosa, 6:38-44, 1982.
8. BATAGLIA, O.C. & DECHEN, A.R. 1986. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, Piracicaba, 1986. Anais... Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.119-37.
9. BATES, T.E. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation: a review. Soil Science, Baltimore, 112(2):116-30, 1971.

10. BELLOTE, A.F.J. Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) em função da idade. Piracicaba, ESALQ, 1979. 129p. (Tese MS).
11. BLAKELY, W.F. A key to the *Eucalyptus*. Camberra, Forest and Timber Bureau, 1985. p.
12. BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A. & TURNER, J.D. Forest tree of Australia. Melbourne, Thomas Nelson, 1984. 687p.
13. BORGES, E.N. Resposta da soja e do eucalipto a camadas compactadas de solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1986. 74p. (Tese MS).
14. BORKET, C.M. Micronutrientes na planta. In: BULL, L.t. & ROSOLEM, C.A. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p.309-29.
15. BRADY, N.C. & BUCKMAN, H.O. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, 1976. 594p.
16. BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Normais Climatológicas (Mato Grosso-Goiás). Rio de Janeiro, 1969. v.5, 95p.
17. ———. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Diagnóstico do setor florestal do Estado de Mato Grosso. Brasília, 1984. 350p.
18. ———. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radam Brasil. Folha SD.21 Cuiabá; Geologia, geomorfologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 544p.
19. BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Levantamento do teor de Boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ-USP, 1959. 135p. (Tese de Doutorado).
20. CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. & ALFONSI, R.R. Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1974. p.51-61.
21. CAMARGO, L.E.A. O cancro do Eucalipto causado por *Cryphonectria cubensis*: sua dinâmica, quantificação e perdas avaliadas em um plantio de *Eucalyptus grandis*. Viçosa, UFV, 1989. 98p. (Tese MS).

22. CAMPELO JUNIOR, J.H. **Caracterização macroclimática de Cuiabá.** Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso, 1990. 9p.
23. CAMPOS, J.C.C. **Considerações sobre o sistema de classificação ecológica proposto por HOLDRIDGE.** Viçosa, Revista Ceres, Viçosa, 20(108):87-96, 1973.
24. CARNEIRO, J.G.A. **Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfo-fisiológicos que indicam sua qualidade.** Curitiba, FUPEF, 1983. 40p. (Série Técnica nº 12).
25. CARPANEZZI, A.P. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná.** Brasília, EMBRAPA-CNPQ-DDT, 1986. 89p.
26. CASER, R.L. **Variações genéticas e interações com locais em *Pinus* tropicais e suas associações com parâmetros climáticos.** Piracicaba, ESALQ, 1984. 104p. (Tese MS).
27. CASTRO, A.W.V. de. **Comportamento silvicultural de procedências de *E. camaldulensis* Dehn., *E. pellita* F.V. Muell, *E. tereticornis* SM e *E. urophylla* S.T. Blake em duas regiões ecológicas distintas do Estado de Rondônia.** Piracicaba, ESALQ, 1988. 168p. (Tese MS).
28. CHIPPENDALE, G.M. ***Eucalyptus* buds and fruits.** Canberra, Forest and Timber Bureau, 1968. p.
29. COELHO, I.C.C.; MOURA NETO, B.V.; GIANOTTI, E.; ASSINI, J.L.; MORAIS, J.L.; FAGUNDES, M.A.; FERNANDES, P.S. & SOUZA, W.J.F. **Experimentação com nove espécies de *Eucalyptus* em várias regiões do Estado de São Paulo.** Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 10:125-35, 1976.
30. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4ª aproximação.** Lavras, ESAL, 1989. 176p.
31. COUTO, C. **Resposta do eucalipto e do milho à aplicação de zinco em amostras de solos cerrados.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1985. 72p. (Tese MS).
32. DAVIDE, A.C. **Qualidade fisiológica de mudas de espécies florestais.** Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1986,. 26p. (Seminário da disciplina Crescimento e Desenvolvimento de Plantas).

33. DINIZ, U.D. Análise de variância e estudo das correlações das produções de laranjeira valência (*Citrus sinensis*, L. Osbeck), de um ensaio de competição de porta-enxertos. Piracicaba, ESALQ, 1978. 103p. (Tese MS).
34. EVENHUIS, B. & WAARD, P.W.F. Principles and practices in plant analysis. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Soils Bulletin 38/1, Roma, 1980. p.152-63.
35. FAULKNER, R.; COUTTS, M.P.; GODDART, R.E.; GOODMAN, P.J.; LINES, R.; MASON, D.A.; WAREING, D.F. Nutrition discussion. In: CANNELL, M.G.R. & LAST, F.T. eds. Tree physiology and yield improvement. New York, Academic Press, 1976. p.527-8.
36. FERREIRA, C.A. & COUTO, H.T.Z. A influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies/procedência de *Eucalyptus* spp nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, 1981. Boletim Pesquisa Florestal, Curitiba, (3):9-35, 1981.
37. FERREIRA, F.A. Patologia florestal - principais doenças florestais no Brasil. Viçosa, Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.
38. ———. Resistência de *Eucalyptus* ao cancro causado por *Diaportha cubensis* Bruner. Viçosa, UFV, 1977. 74p. (Tese MS).
39. FERREIRA, M. Reconhecimento das espécies de eucaliptos utilizados no Brasil. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba, (72):1-34, 1979.
40. ——— & ARAÚJO, A.J. Procedimentos e recomendações para testes de procedência. Curitiba, IBDF, PNPF, 1981. 28p. (Documento, 6).
41. FERREIRA, M.G.M. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. Revista Árvore, Viçosa, 1(2):121-34, 1977.
42. FERREIRA, J.E.M.; KROGH, H.J.O.; MENCK, A.L.M. & ODA, S. Teste de procedência de eucaliptos para a região subúmida do Estado do Maranhão. Boletim Pesquisa Florestal, Curitiba, (15):41-8, 1987.
43. FIRST GROWING TREES. Simpósio IUFRO em melhoramentos genéticos e produtividade de espécies florestais de rápido crescimento. São Paulo, Silvicultura-16, 1980. 138p.

44. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **El eucalipto en la repoblación florestal**. Roma, Litografia Tilli, 1956. 431p.
45. ——. **Eucalypts for planting**. Roma, 1976. 398p. (FO: MISC/76/10).
46. ——. **El eucalipto en la repoblacion florestal**. Roma, 1981. 723p.
47. GARRIDO, M.A.O. **Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e misto de espécies nativas**. Piracicaba, ESALQ, 1981. 105P. (Tese MS).
48. GEIGER, R. **Manual de microclimatologia - o clima da camada de ar junto ao solo**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. 556p.
49. GOES, E. **Os eucaliptos**. Lisboa, Portugal, 1985. 163p.
50. GOLFARI, L. **Alguns aspectos sobre o reflorestamento no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Economia Florestal. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, 19:233-236, 1968.
51. ——. **Coníferas aptas para reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1971. 71p. (Boletim Técnico, 1).
52. ——. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
53. ——; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (PRODEPEF, Série Técnica, 11).
54. GOLFARI, L. & PINHEIRO NETO, F.A. **Escolha de espécies de eucalipto potencialmente aptas para diferentes regiões do Brasil**. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, 1(3):17-38, 1970.
55. GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo, Nobel, 1976. 430p.
56. GOMES, J.M.; CÂNDIDO, J.F. & OLIVEIRA, L.M. **Competição de espécies e procedências de eucalipto na região de Viçosa, Minas Gerais**. **Revista Árvore**, 1(2):72-88, 1977.

57. —; PEREIRA, A.T.; BRANDI, R.M. & MACIEL, L.A.F. Variação do crescimento de espécies e procedências de eucalipto na região de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, 5(2):239-49, 1981.
58. GUIMARÃES, D.P.; MOURA, V.P.G.; RESENDE, G.C.; MENDES, C.J.; MAGALHÃES, J.G.R.; ASSIS, T.F.; ALMEIDA, M.R.; RESENDE, M.E.A. & SILVA, F.V. Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus*. Brasília, CPAC, 1983. 73p. (Boletim de Pesquisa, 20).
59. HAAG, H.P., SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D. de; POGGIANI, F. & FERREIRA, C.A. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. IPEF, Piracicaba, 13:99-115, 1976.
60. —; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. & VEIGA, A.A. Composição química de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus grandis* (Mill) Maiden. Resultados preliminares. Fertilidade, 18:9-14, 1963.
61. —; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.; POGGIANI, F. & FERREIRA, C.A. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. IPEF, 13:99-115, 1976.
62. HAAG, H.P.; SIMÕES, J.W.; OLIVEIRA, G.D.; SARRUGE, J.R. & POGGIANI, F. Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*. IPEF, Piracicaba, 14:59-68, jul. 1977.
63. HARIDASAN, M. Accumulation of nutrients by eucalyptus seedlings from acidic and calcareous soils of the cerrado region of Central Brazil. *Plant Soil*, 86:35-45, 1985.
64. —; CALDAS, L.S. & ENCINAS, J.L. Níveis de nutrientes foliares de algumas espécies de eucaliptos em um latossolo do Distrito Federal. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, SAVANAS, ALIMENTOS E ENERGIA, 6, Brasília, 1982. *Trabalhos apresentados ... Planaltina*, EMBRAPA/CPAC, 1982. p.399-407.
65. HODGES, C.S.; REIS, M.S.; FERREIRA, F.A.; HENFLING, J.D.M. O cancro do eucalipto no Brasil causado por *Diaporthe cubensis* Bruner. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 1(3):129-70, 1976.
66. HOLDRIDGE, L.R. *Ecologia basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA, 1982. 216p. (Série de libros y materiales educativos, 34).
67. HORSFALL, J.G. & COWLING, E.B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: HORSFALL, J.G. & COWLING, E.B., ed. *Plant disease, an advanced treatise*. New York, Academic Press, 1978. p.119-136.

68. JAMES, W.C. & SHIH, C.S. Relationship between incidence and severity of powdery mildew and leaf rust on winter wheat. *Phytopathology*, St. Paul, 63(1):183-87, 1973.
69. JAUREGUI, M.A. & REISENAUER, H.M. Dissolution of oxides of manganese and iron by root exudate components. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46:314-17.
70. KAGEYAMA, P.Y. Plantação de espécies florestais nativas. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Relatório. Piracicaba, 1986. (não publicado).
71. ———. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schied na região de Agudos-SP. Piracicaba, ESALQ, 1977. 83p. (Tese MS).
72. ———. Variação genética entre progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ, 1980. 125p. (Tese de Doutorado).
73. KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745p.
74. KREJCI, L.C.; MARTINS, L.G.C. & LOURENÇO, P.Y. Desenvolvimento do sistema radicular de *Eucalyptus* sp. sob diferentes condições de solo. Salvador, Copene Energética, 1988. 24p.
75. KRUGNER, T.L. Doenças do eucalipto - *Eucalyptus* spp. In: GALLI, F., coord. Manual de fitopatologia. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. v.2, p.275-96.
76. LA TORRACA, S.M. Relações entre as propriedades edáficas, teores de nutrientes nas acículas e o crescimento de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* Barr. e Golf em Latossolo Vermelho Escuro em Agudos-SP. Piracicaba, ESALQ, 1985. 140p. (Tese MS).
77. LAMA GUTIERREZ, G. de la. Atlas del eucalipto. Sevilla, INIA-ICONIA, 1976. v.1.
78. LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalyptus. Plant and soil. The Hague, 45(2):477-92, 1976.
79. LARA, F.M. Princípios de resistência de plantas a insetos. Piracicaba, Livroceres, 1978. 207p.
80. LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo, EPU/USP, 1986. 319p.

81. LIMISTRON, G.A. Forest planting practice in the central states. Washington, U.S. Forest Service, 1963. 69p.
82. LOCATELLI, M. Efeito de formas, fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e composição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1984. 64p. (Tese MS).
83. LOPES, A.S. Solos sob "cerrado". Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.
84. — & CARVALHO, J.G. de. Métodos de diagnose da fertilidade do solo. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, Ilha Solteira, 1987. Campinas, Fundação Cargill, 1982. cap.9, p.249-99.
85. — & GUIDOLIN, J.A. Interpretação de análise de solos - conceitos e aplicações. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1987. 64p.
86. LUBRANO, L. Investigations on the nutrient requirements of some *Eucalyptus* species. Pubblicazione del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, Roma, 11(1):1-15, 1970.
87. —. Recherche sulle esigenze nutritive de alcune species de eucalitti. Pubblicazione del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, Rome, 11:1-15, 1972.
88. MACEDO, R.L.G. Influência da temperatura, substrato e luminosidade na germinação e avaliação da qualidade fisiológica das sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). Lavras, ESAL, 1985. 77p. (Tese MS).
89. —. Sistemas agroflorestais potencialmente aptos para o Estado de Mato Grosso - Brasil. In: PRIMEIRO SEMINÁRIO TALLER INTERNACIONAL SOBRE MANEJO AGROFLORESTAL DE LA SELVA AMAZÔNICA. Santa Cruz de La Sierra, Unviersidade da Bolívia, 1990. p.10-23.
90. — & ALVARENGA, S. Fatores de produção e parâmetros morfo-fisiológicos de qualidade de mudas. Paraná, UFPR, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1988. 45p. (Seminário de Tópico Especial: Parâmetros Morfo-fisiológicos de Qualidade de Mudas).
91. McCOLL, J.G. & HUMPHREYS, F.R. Relationships between some nutritional factors and the distributions of *Eucalyptus gummifera* and *Eucalyptus maculata*. Ecology, Durham, 48 (5):766-71, 1967.

92. MALAVOLTA, E. Nutrição mineral de plantas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, Ilha Solteira, 1987. Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap.2, p.33-101.
93. —; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. 727p.
94. — & KLIEMANN, H.J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba, POTAFOS, 1985. 136p.
95. — & MALAVOLTA, M.L. Diagnose foliar - princípios e aplicações. In: BULL, L.T. & ROSOLEM, C.A. (edit.). Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, Fundação de estudos e pesquisas agrícolas e florestais, 1989. p.227-308.
96. —; TRANI, P.E.; ATHAYDE, M.F.; BRAGA, N.R.; NOGUEIRA, S.S. & MORAES, S.A. Nota sobre deficiência e toxidez de boro em espécie cultivada do gênero *Eucalyptus*. Revista da Agricultura, Piracicaba, 53(4):243-47, 1978.
97. —; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
98. MARTIN, B. & COSSALTER, C. Les Eucalyptus des Iles de la Sonde. Bois et Forêts de Tropiques, Nogent - sur - Marne, 1975. p.163-65.
99. MATHER, K. Competition and cooperation. Symposia of the Society Experimental Biology, Cambridge, 15:264-81, 1961.
100. MEDINA, H.P. & GROHMAN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. Bragantia, 25(6):65-75, 1966.
101. MELLO, H.A.; SIMÕES, J.W.; MASCARENHAS SOBRINHO, J. & COUTO, H.T.Z. Influência do espaçamento na produção de madeira de eucalipto em solos de cerrado. IPEF, Piracicaba, (2/3):3-30, 1971.
102. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Bern, International Potash Institute, 1978. 593p.
103. MERGEN, F. & WORRAL, J. Effect of environment and seed source on mineral content of jack pine seedlings. Forest Science, Washington, 11(4):393-400, 1964.
104. MEYER, B.; ANDERSON, D.; BOHNING, R. & FRATIANNE, D. Introdução à fisiologia vegetal. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1973. 709p.

105. MILLER, H.G. Nutrient cycles in forest plantations, their change with age and the consequence for fertilizer practice. In: AUSTRALIAN FOREST NUTRITION WORKSHOP ON PRODUCTIVITY IN PERPETUITY. Canberra, 1981. p.187-99.
106. MORI, E.S. Efeitos da competição intra-específica na seleção de árvores superiores de *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, ESALQ, 1987. 79p. (Tese MS).
107. MORAIS de, E.J. Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1986. 56p. (Tese MS).
108. MOURA, V.P.G. Resultados de pesquisa com várias procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, no centro-leste do Brasil. Brasília, CPAC, 1981. 22p. (Boletim de Pesquisa, 3).
109. ———. Introdução de espécies/procedências de *Eucalyptus* no Brasil - uma revisão. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPÉCIES FORESTALES. Buenos Aires, Centro de Investigaciones y experiencias forestales, 1987. p.129-55.
110. ———; CASER, R.L.; ALBINO, J.C.; GUIMARÃES, D.P.; MELO, J.T. & COMASTRI, S.A. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo; resultados parciais. Brasília, CPAC, 1980. 103p. (Boletim de Pesquisa, 1).
111. ——— & COSTA, S.M.C. Seleção de espécies e procedências de *Eucalyptus* no eixo Campo Grande, Três Lagoas - MS, região de cerrados. Brasília, CPAC, 1985. 33p. (Boletim de Pesquisa, 23).
112. NEVES, J.C.L. Aspectos nutricionais em mudas de *Eucalyptus* spp - tolerância ao alumínio e níveis críticos de fósforo no solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983. 87p. (Tese MS).
113. NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus* spp. - níveis críticos de implantação e de manutenção. Revista Árvore, Viçosa, 10:105-11, 1986.
114. ———; ——— & ———. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.

115. —; — & —. Nutrição do eucalipto, fertilidade e correção do solo para seu cultivo. In: BARROS, N.F., coord. *Florestas plantadas nos Neotrópicos como fonte de energia. Anais...* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983. p.133-69.
116. ODA, S.; FERREIRA, J.E.M.; KROGH, H.J.O.; MENCK, A.L.M. & KALIL, M.L.P. Introdução de espécies/procedências de *Eucalyptus* na região sub-úmida do Estado do Maranhão. IPEF, Piracicaba, (34):57-61, 1986.
117. OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres, 1981. 440p.
118. PAINTER, R.H. *Insect resistance in crop plants*. New York, 1951. 520p.
119. PARVIAINEN, J. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. *Primeiro seminário de sementes e viveiros florestais*. Curitiba, FUPEF, 1981. P.59-90.
120. PASZTOR, Y.P.C. Seleção de fenótipos. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 1(2):265-83, 1962.
121. PATIÑO-VALERA, F. *Variação genética em progênies de Eucalyptus saligna Smith e sua interação com espaçamento*. Piracicaba, ESALQ, 1986. 192p. (Tese MS).
122. PAULA LIMA, W. *Estudo de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de Eucalyptus e Pinus*. Piracicaba, ESALQ, 1975. 111p. (Tese de Doutorado).
123. —. *O eucalipto, a água e o solo*. Lisboa, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, 1986. n.p.
124. PEREIRA, A.R. *Biomassa e ciclagem de nutrientes em povoamentos jovens de Eucalyptus grandis e Eucalyptus urophylla*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1990. 167p. (Tese de Doutorado).
125. PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C.; LEAL, P.G.L. & TEIXEIRA, N.C.S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamento de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivadas na região de cerrado de Minas Gerais. *Floresta*, 15:8-16, 1984.
126. PIRES, C.L.S.; PARENTE, P.R.; TOLEDO FILHO, D.V.; GURFINKEL, J. & VILLA, W.M. *Boletim Técnico Instituto Florestal*. São Paulo, 41(2):291-302, 1987.

127. PITELLI, R.A.; RODRIGUES, J.J.V.; KARAN, D.; COELHO, J.P.; ZANUNCIO, I. & ZANUNCIO, C.C. Efeitos de períodos de convivência e de controle de plantas daninhas na cultura do *Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTOS, São Paulo, 1987. p.107-19.
128. POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, s.ed., 1985. 289p.
129. PRYOR, L.D. & JOHNSON, L.A.S. A classification of *Eucalyptus*. Canberra, ANU, 1971. 102p.
130. RAIJ, B. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. 142p.
131. RANZANI, G. Solos de cerrado. In: FERRI, M.G., ed. Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1962. p.51-92.
132. ———. Solos de cerrado no Brasil. In: FERRI, M.G., ed. Simpósio sobre o cerrado, 3. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1971. p.26-43.
133. REIS, G.G. & HALL, A.E. Relações hídricas e atividade do sistema radicular em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn em condições de campo. Revista Árvore, Viçosa, 11(1):43-55, 1987.
134. REISSMANN, C.B. Variação anual dos nutrientes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE em função da época de amostragem. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1976. (Tese MS).
135. ROCHA FILHO, J.V.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. & SARRUGE, J.R. Influência do boro no crescimento e na composição química do *Eucalyptus grandis*. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, 9(39):29-33, 1979.
136. ROSA, P.R.F. Teste de procedências de *Pinus oocarpa* schied em três regiões do Estado de São Paulo. Jaboticabal, UNESP, 1982. 84p. (Tese MS).
137. SAKAI, K. Competitive ability in plants. Its inheritance and some related problems. Symposia of the Society Experimental Biology, Cambridge, 15:245-63, 1961.
138. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ-USP, 1974. 56p.
139. SAVORY, B.M. Boron deficiency in *Eucalyptus* in Northern Rhodesia. Empire For. Review, 41:118-26, 1962.

140. SCHONAU, A.P.G. Fertilization in South African Forest. *South African Forestry Journal*, Pretoria, 125:1-19, 1983.
141. ———. Seasonal changes in foliar nutrient content of *E. grandis*. *South African Forest Journal*, Pretoria, 119:1-4, 1981.
142. SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. Reforestation practices for-conifers in California. Sacramento, Resources Agency, Department of Conservation, Division of Forestry, 1971. 377p.
143. SHIMIZU, J.Y. Inter-family competition in loblolly pine and its effects in genetic tests. Raleigh, North Carolina State University, 1985. 64p. (Tese Ph.D.)
144. SILVA, J.F. & PIRES, I.E. Interação genótipo x ambiente em *E. camaldulensis* com ênfase a seca de ponteiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE HIBRIDAÇÃO E INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM O CLIMA E O SOLO, São Paulo, ESALQ/SIF-UFV, 1988. p.38-53.
145. SILVA, H.D. Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies do gênero *Eucalyptus*, plantados em solo de baixa fertilidade. Piracicaba, ESALQ, 1983. 91p. (Tese MS).
146. ———; POGGIANI, F. & COELHO, L.C. Biomassa, concentração de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantados em solos de baixa fertilidade. *Boletim Pesquisa Florestal*, Curitiba, (6/7):9-25, jun./dez/ 1983.
147. ———; PIRES, I.E.; RIBASKI, J.; DRUMOND, M.A.; LIMA, P.C.F.; SOUZA, S.M. & FERREIRA, C.A. Comportamento de essências florestais na região árida e semi-árida do nordeste; resultados preliminares. Brasília, EMBRAPA-DIC, 1980. 25p. (EMBRAPA-DIC. Documentos, 1).
148. SIMÕES, J.W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B. & BALLONI, E.A. Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília, IBDF, 1981. 131p.
149. SOUZA, E.C.A. Micronutrientes do solo. In: BULL, L.T. & ROSOLEM, C.A. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p.174-205.
150. SPURR, S.H. Forest ecology. New York, Ronald Press, 1964. 352p.

151. SWITZER, P.S. & NELSON, L.E. Nutrient accumulation and cycling in loblolly pine (*P. taeda* L.). Plantations Ecosystems: The First Twenty Years. Soil Science Society American Proceedings, Madison, 36(1):143-7, 1972.
152. TEIXEIRA, J.L. Conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce-MG. Viçosa, UFV, 1987. 70p. (Tese MS).
153. TEMES, S.B. Study of *E. globulus*: 1 - mineral constituent of leaves in relation to their position on the tree, soil constituents and (tree) age. Comun. Inst. For. Inv. Exp., Madri, (67):1-48, 1970.
154. TOKESHI, H.; GUIMARÃES, R.F. & TOMAZELLO FILHO, M. Deficiências de boro em *Eucalyptus* em São Paulo. Summa Phytologica, Piracicaba, 2:122-6, 1976.
155. TOLEDO FILHO, D.V.; PIRES, C.L.S.; FERNANDES, P.S.; GARRIDO, M.A.O.; GIANOTTI, E. & ROSA, P.R.F. Competição entre algumas populações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Boletim Técnico Instituto Florestal, São Paulo, 36(1):37-42, 1982.
156. TORRES, D.V. Tipos e qualidade de mudas. Paraná, UFPR, Setor de Ciências Agrárias, curso de pós-graduação em engenharia florestal, 1978. 20p. (Seminário de Práticas Silviculturais, 1).
157. TURNBULL, J. & BROOKER, . Timor mountain gum (*Eucalyptus urophylla* S.V. Blake). Melbourne, 1978. p 214. (Forest tree series).
158. THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. Climatology, 8(1) Drexel Institute Technical Laboratory on Climatology, Centerton, N.J.
159. TUBELIS, A. Meteorologia descritiva; fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Nobel, 1980. 374p.
160. VIEIRA, M.G.G.C. Avaliação da qualidade das sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) semeadas pelos agricultores de alguns municípios do Estado de Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1977. 45p. (Tese MS).
161. VITTI, G.C. Enxofre do solo. In: BULL, L.T. & ROSOLEM, C.A. Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p.129-73.

162. WALKER, L.C. & HATCHER, R.D. Variation in the ability of slash pine progeny group to absorb nutrients. *Proceedings of Soil Science Society of America*, Ann Arbor, 19:616-21, 1965.
163. WINTERHALDER, E.K. Differential resistance of two species of *Eucalyptus* to toxic soil manganese levels. *Australian Journal of Science*, Melbourne, 25:363-4, 1963.
164. YARED, J.A.G. Comportamento e variabilidade de procedências de *Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken, no planalto do Tapajós - Belterra-PA. Piracicaba, ESALQ, 1983. 108p. (Tese MS).
165. ZADOKS, J.C. & SCHEIN, R.D. *Epidemiology and plant disease management*. New York, Oxford University Press, 1979. 427p.
166. ZAKIA, M.J.B.; POGGIANI, F. & COUTO, H.T.Z. Correlação entre a concentração de nutrientes nas copas e a altura das árvores de eucalipto plantadas em povoamentos puros. IPEF, Piracicaba, (25):29-32, 1983.
167. ZOBEL, B. & TALBERT, J. *Applied forest tree improvement*. New York, John Wiley, 1984. 505p.

APÊNDICE

QUADRO 1A - Crescimento e sobrevivência de diferentes espécies de eucalipto em vários locais, até a idade de 3,5 anos.

Espécies	Localidade	Idade (anos)	Sobrev. (%)	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /ha)	Referências bibliográficas
<i>E. exserta</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	76/78	2,85/4,45	2,00/3,40	1,25/4,18	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. exserta</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	70/76	5,00/7,05	3,70/5,25	4,82/12,21	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. exserta</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	64/76	5,15/7,30	4,35/5,95	5,98/16,66	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. brassiana</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	80/100	4,65/5,25	4,00/4,15	6,20/8,57	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. brassiana</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	78/100	8,10/8,35	7,40/5,95	26,01/22,68	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. brassiana</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	76/98	9,15/8,75	8,95/6,75	39,18/29,43	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. citriodora</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	36/78	4,65/4,45	4,25/4,20	2,42/5,65	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. citriodora</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	36/78	5,60/7,10	5,40/5,95	6,68/14,85	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. citriodora</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	36/74	6,30/8,05	5,90/7,00	7,48/23,24	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. camaldulensis</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	58/68	5,20/5,55	4,30/4,00	5,23/7,70	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. camaldulensis</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	58/66	7,80/8,25	6,45/5,75	14,67/21,27	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. camaldulensis</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	58/64	8,25/9,65	7,25/7,10	19,25/31,04	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. grandis</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	48/96	6,70/4,85	6,75/4,65	12,32/8,11	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. grandis</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	48/94	10,45/7,30	10,05/7,05	10,05/7,05	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. grandis</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	48/80	10,85/8,20	11,40/8,15	47,21/25,21	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. urophylla</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	34/86	4,04/4,50	4,65/3,70	2,83/5,47	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. urophylla</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	32/86	5,35/6,90	7,30/5,85	7,51/16,84	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. urophylla</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	28/80	5,55/8,75	9,90/7,80	13,46/32,45	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. saligna</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	1,5	40/84	4,90/5,05	5,35/4,35	5,34/7,76	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. saligna</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	2,5	34/84	8,50/8,10	9,30/6,95	18,68/25,59	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. saligna</i>	Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS	3,5	34/84	9,30/9,25	9,65/8,15	21,02/38,14	MOURA & COSTA ¹¹¹
<i>E. camaldulensis</i>	Petrolina	1	99	2,57	-	-	SILVA et alii ¹⁴⁷
<i>E. exserta</i>	Petrolina	1	97	2,80	-	-	SILVA et alii ¹⁴⁷
<i>E. citriodora</i>	Petrolina	1	80	2,95	-	-	SILVA et alii ¹⁴⁷
<i>E. grandis</i>	Petrolina	1	77	2,11	-	-	SILVA et alii ¹⁴⁷
<i>E. urophylla</i>	Petrolina	1	90	2,18	-	-	SILVA et alii ¹⁴⁷
<i>E. camaldulensis</i>	Urbano Santos-MA	2	93	5,56	4,56	-	FERREIRA et alii ⁴²
<i>E. camaldulensis</i>	Urbano Santos-MA	3,5	92	9,47	8,0	69,78	FERREIRA et alii ⁴²

QUADRO 1A - Continuação

Espécies	Localidade	Idade (anos)	Sobrev. (%)	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /ha)	Referências bibliográficas
<i>E. camaldulensis</i>	Urbano Santos-MA	2	94	5,24	4,73	-	FERREIRA et alii ⁴²
<i>E. camaldulensis</i>	Urbano Santos-MA	3,5	97	9,94	7,30	72,67	FERREIRA et alii ⁴²
<i>E. camaldulensis</i>	Urbano Santos-MA	2	92	5,05	4,71	-	FERREIRA et alii ⁴²
<i>E. camaldulensis</i>	Urbano Santos-MA	3,5	95	9,59	7,36	68,63	FERREIRA et alii ⁴²
<i>E. grandis</i>	Urbano Santos-MA	2	1	2,35	2,25	-	FERREIRA et alii ⁴²
<i>E. grandis</i>	Angatuba-SP	3	-	10,7	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. grandis</i>	Bento Quirino-SP	3	-	10,8	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. grandis</i>	Itapetininga-SP	3	-	11,0	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. grandis</i>	Marília-SP	3	-	7,6	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. grandis</i>	Manduri-SP	3	-	10,0	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. citriodora</i>	Angatuba-SP	3	-	7,1	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. citriodora</i>	Bento Quirino-SP	3	-	7,8	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. citriodora</i>	Itapetininga-SP	3	-	7,7	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. citriodora</i>	Marília-SP	3	-	6,1	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. citriodora</i>	Manduri-SP	3	-	6,3	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. paniculata</i>	Angatuba-SP	3	-	7,4	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. paniculata</i>	Bento Quirino-SP	3	-	6,6	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. paniculata</i>	Itapetininga-SP	3	-	7,7	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. paniculata</i>	Marília-SP	3	-	6,2	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. paniculata</i>	Manduri-SP	3	-	6,9	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. saligna</i>	Angatuba-SP	3	-	10,2	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. saligna</i>	Bento Quirino-SP	3	-	9,4	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. saligna</i>	Itapetininga-SP	3	-	10,9	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. saligna</i>	Marília-SP	3	-	8,0	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. saligna</i>	Manduri-SP	3	-	9,8	-	-	COELHO et alii ²⁹
<i>E. grandis</i>	Aracruz-ES	3,5	-	18,28	13,73	-	NOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. saligna</i>	Aracruz-ES	3,5	-	15,19	12,33	-	NOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. urophylla</i>	Aracruz-ES	3,5	-	14,44	11,75	-	NOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. camaldulensis</i>	Aracruz-ES	3,5	-	12,52	10,02	-	NOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. citriodora</i>	Aracruz-ES	3,5	-	12,03	9,76	-	NOURA et alii ¹¹⁰

QUADRO 1A - Continuação

Espécies	Localidade	Idade (anos)	Sobrev. (%)	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /ha)	Referências bibliográficas
<i>E. brassiana</i>	Aracruz-ES	3,5	-	11,69	9,45	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. grandis</i>	Várzea da Palma-MG	3,5	-	8,83	9,16	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. saligna</i>	Várzea da Palma-MG	3,5	-	6,34	8,40	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. camaldulensis</i>	Várzea da Palma-MG	3,5	-	7,49	8,10	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. citriodora</i>	Várzea da Palma-MG	3,5	-	7,97	7,94	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. brassiana</i>	Várzea da Palma-MG	3,5	-	7,71	7,30	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. urophylla</i>	Várzea da Palma-MG	3,5	-	7,49	7,11	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. grandis</i>	Vazante-MG	3,5	-	8,81	8,06	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. camaldulensis</i>	Vazante-MG	3,5	-	8,26	7,22	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. saligna</i>	Vazante-MG	3,5	-	6,32	7,00	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. urophylla</i>	Vazante-MG	3,5	-	6,28	6,18	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. brassiana</i>	Vazante-MG	3,5	-	6,50	5,81	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. citriodora</i>	Vazante-MG	3,5	-	5,76	4,94	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. urophylla</i>	Bom Despacho-MG	3,5	-	11,53	10,32	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. camaldulensis</i>	Bom Despacho-MG	3,5	-	11,78	9,97	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. citriodora</i>	Bom Despacho-MG	3,5	-	11,40	8,90	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. brassiana</i>	Bom Despacho-MG	3,5	-	7,99	6,31	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. urophylla</i>	Paraopeba-MG	3,5	-	9,66	10,41	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. camaldulensis</i>	Paraopeba-MG	3,5	-	8,44	7,94	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. citriodora</i>	Paraopeba-MG	3,5	-	7,10	7,60	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. brassiana</i>	Paraopeba-MG	3,5	-	6,66	5,97	-	MOURA et alii ¹¹⁰
<i>E. camaldulensis</i>	Bom Despacho-MG	2,5	-	6-11	-	-	FERREIRA et alii*
<i>E. citriodora</i>	Bom Despacho-MG	2,5	-	6-10	-	-	FERREIRA et alii*
<i>E. camaldulensis</i>	Grão Mongol-MG	3,4	-	8-10	-	-	FERREIRA et alii*
<i>E. citriodora</i>	Grão Mongol-MG	3,2	-	8-10	-	-	FERREIRA et alii*
<i>E. camaldulensis</i>	Itamarandiba-MG	3,5	-	6-11	-	-	FERREIRA et alii*

(*) Autor citados por SILVA et alii¹⁴⁷

/ = significa médias correspondentes aos locais Águas Claras/Ribas do Rio Pardo-MS.

QUADRO 2A - Especificações pertinentes aos lotes de sementes utilizadas no ensaio. Baixada Cuiabana-MT, 1987.

Espécies	Procedências (Instituição)	Lote	Talhão	Nível de melhoramento	Origem
<i>E. brassiana</i>	Anhenbi-SP (IPEF)	AN-81-03	Prodepef 10958	ACS*	Austrália-QLD (S. Helen Vale)
<i>E. camaldulensis</i>	Anhenbi-SP (IPEF)	AN-150-190	3C - 76	APS**	Austrália (Petford)
<i>E. citriodora</i>	Anhenbi-SP (IPEF)	AN-156-576	20C - 93	APS**	Austrália (Irvinebank)
<i>E. exserta</i>	Anhenbi-SP (IPEF)	AN-79-07	Prodepef 11976	ACS*	Austrália
<i>E. grandis</i>	Mogi Guaçu-SP (IPEF)	MG-232-64	-	APS**	Austrália (Coff's Harbour)
<i>E. paniculata</i>	Rio Claro-SP (IPEF)	RP-02-23	-	ACS*	Austrália (desconhecida)
<i>E. saligna</i>	Itatinga-SP (IPEF)	IT-262-26	-	ACS*	Austrália (desconhecida)
<i>E. urophylla</i>	Anhenbi-SP (IPEF)	AN-138-106	8D.65	APS**	Indonésia (Ilha Flores)

* ACS = Área de coleta de sementes

** APS = Área produtora de sementes.

QUADRO 3A - Resultados das análises de sementes utilizadas no ensaio. Baixada Cuiabana-MT, 1987.

Espécies	Peso de 100 sementes (gramas)	Porcentagem de germinação (%)
<i>E. brassiana</i>	0,04	57,0
<i>E. camaldulensis</i>	0,03	83,0
<i>E. citriodora</i>	0,17	39,0
<i>E. exserta</i>	0,04	69,0
<i>E. grandis</i>	0,02	82,0
<i>E. paniculata</i>	0,04	50,0
<i>E. saligna</i>	0,01	2,0
<i>E. urophylla</i>	0,05	81,0

QUADRO 4A - Resultados das análises de fertilidade utilizados na classificação dos solos. Baixada Cuiabana-MT, 1991.

Profundidade	pH 1:2,5	Al mE/100g	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺ meq/100g	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺ meq/100g	K ppm	P ppm	Carb. Org. (%)	pH CaCl ₂
Horizonte A (0 - 55 cm)	4,5	1,1	3,6	1,5	48	0,2	0,5	3,7
Horizonte B (55 - 105 cm)	4,6	0,4	2,2	1,5	38	1,2	1,4	4,0

QUADRO 5A - Resultados das análises de textura(%) utilizados na classificação dos solos. Baixada Cuiabana-MT, 1991.

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Argila	Limo
Horizonte A (0 - 55 cm)	x	79	14	07
Horizonte B (55 - 105 cm)	x	72	18	10

QUADRO 6A - Cálculos percentuais de terra fina (T.F.) e cascalho utilizados na classificação dos solos. Baixada Cuiabana-MT, 1991.

	T.F. massa (g)	%	Cascalho massa (g)	%	Total massa (g)
Horizonte A	157,90	26,3	442,20	73,7	600
Horizonte B	131,63	26,3	368,37	73,6	500

QUADRO 7A - Resultados das análises de textura dos solos dos blocos experimentais, realizadas na ocasião da última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1988.

Blocos	Análise de textura (%)		
	Areia fina	Argila	Limo
1	79	11	10
2	79	11	10
3	79	15	06
4	82	15	03
5	82	11	07

QUADRO 8A - Resultados das análises de solo dos blocos experimentais, coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-60 cm, realizadas na ocasião da última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Análise de fertilidade	Blocos											
	Profundidade		1		2		3		4		5	
	(cm)											
	0-20	20-60	0-20	20-60	0-20	20-60	0-20	20-60	0-20	20-60	0-20	20-60
pH em água	53 AcM	4,5 AcE	4,8 AcE	4,6 AcE	5,7 AcM	5,5 AcM	5,4 AcM	4,7 AcE	4,8 AcE	4,6 AcE		
P (ppm)*	1 B	1 B	2 B	1 B	3 B	2 B	3 B	2 B	3 B	2 B		
K (ppm)*	34 M	19 B	56 M	14 B	89 A	56 M	66 A	23 B	50 M	28 B		
Ca (meq/100cc)*	0,3 B	0,8 B	0,4 B	0,6 B	0,8 B	0,6 B	1,4 B	0,6 B	1,4 B	1,2 B		
Mg (meq/100cc)*	0,1 B	0,3 B	0,3 B	0,1 B	0,7 M	0,3 B	0,9 M	0,2 B	1,0 M	0,9 M		
Al (meq/100cc)*	1,1 A	1,9 A	1,1 A	2,2 A	0,5 M	1,8 A	0,5 M	1,9 A	0,5 M	1,8 A		
H + Al (meq/100cc)*	3,2 M	4,0 M	3,2 M	4,5 M	3,2 M	4,5 M	2,9 M	4,0 M	2,6 M	3,6 M		
S (meq/100cc)*	0,5 B	1,1 B	0,8 B	0,7 B	1,7 B	1,0 B	2,5 M	0,9 B	2,5 M	2,2 M		
t (meq/100cc)*	1,6 B	3,0 M	1,9 B	2,9 M	2,2 B	2,8 M	2,5 B	2,8 M	3,0 M	4,0 M		
T (meq/100cc)	3,7 B	5,1 M	4,0 B	5,2 M	4,9 M	5,5 M	5,4 M	4,9 M	5,1 M	5,8 M		
m (%)*	69 MA	62 MA	57 A	75 MA	22 M	63 MA	0 B	69 MA	17 B	45 A		
V (%)	13 MB	22 MB	21 MB	14 MB	35 B	19 MB	46 B	18 MB	49 B	38 B		
Carbono (%)*	0,4 B	0,4 B	0,4 B	0,3 B	0,8 B	0,4 B	1,3 M	0,2 B	0,4 B	0,3 B		
Matéria orgânica (%)*	0,7 B	0,7 B	0,7 B	0,4 B	1,3 B	0,7 B	2,2 M	0,3 B	0,7 B	0,5 B		
Zinco (ppm)	traços	traços	traços	traços	traços	traços	traços	traços	traços	traços		
Cobre (ppm)	0,20	0,10	0,30	traços	traços	traços	traços	traços	traços	traços		
Ferro (ppm)	46,20	22,80	62,70	18,30	39,30	45,40	28,60	23,60	51,00	32,20		
Manganês (ppm)	28,40	26,40	54,40	17,60	57,40	37,80	48,40	35,20	47,70	49,60		
Boro (ppm)	0,06	0,06	0,06	0,03	0,23	0,18	0,31	0,12	0,62	0,21		
Enxofre (ppm)**	5,13 B	3,81 MB	4,46 MB	4,46 MB	4,46 MB	6,49 B	5,13 B	4,46 MB	7,17 B	4,46 MB		
Nitrogênio (%)	0,08	0,08	0,07	0,05	0,09	0,08	0,08	0,05	0,09	0,07		

S = soma de bases trocáveis; V = saturação de bases da CTC a pH 7; m = saturação de Al da CTC efetiva; t = CTC a pH 7; t = CTC efetiva; AcE = acidez elevada; AcM = acidez média; AcF = acidez fraca; MB = muito baixo; B = baixo; M = médio; A = alto; MA = muito alto.

* Análise e classificação segundo o INSTITUTO DE QUÍMICA "JOHN H. WHELOCK" DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS.

** Classificação proposta por VITTI¹⁶¹.

QUADRO 9A - Balanço hídrico para a região procedência de Anhembi-SP.

Meses	Temp. °C	EP mm	P mm	P-EP mm	ARM mm	ER mm	ALT mm	DEF mm	EXC mm
Jan.	23,7	121	241	120	300	121	0	0	120
Fev.	23,7	104	190	86	300	104	0	0	86
Mar.	23,1	104	131	27	300	104	0	0	27
Abr.	21,3	80	52	-28	273	79	-27	1	0
Mai.	18,7	58	38	-20	256	55	-17	3	0
Jun.	17,2	45	40	- 5	251	45	- 5	0	0
Jul.	17,0	48	23	-23	233	41	-18	5	0
Ago.	18,4	57	25	-32	209	49	-24	8	0
Set.	20,1	72	50	-22	195	64	-14	8	0
Out.	21,4	90	122	32	227	90	32	0	0
Nov.	22,6	103	126	23	250	103	23	0	0
Dez.	23,2	115	192	77	300	115	50	0	27
Ano	20,9	995	1230	235		970	0	25	260

Índice hídrico = 24,6 Clima úmido

QUADRO 10A - Balanço hídrico para a região procedência de Itatinga-SP.

Meses	Temp. °C	EP mm	P mm	P-EP mm	ARM mm	ER mm	ALT mm	DEF mm	EXC mm
Jan.	21,9	108	226	118	300	108	0	0	118
Fev.	21,9	93	198	105	300	93	0	0	105
Mar.	21,3	91	138	47	300	91	0	0	47
Abr.	19,5	70	64	- 6	294	70	- 6	0	0
Mai.	18,9	52	57	5	299	52	5	0	0
Jun.	15,5	41	54	13	300	41	1	0	12
Jul.	15,2	41	41	0	300	41	0	0	0
Ago.	16,5	51	35	-16	284	51	-16	0	0
Set.	18,2	63	68	5	289	63	5	0	0
Out.	19,3	78	123	45	300	78	11	0	34
Nov.	20,5	90	114	24	300	90	0	0	24
Dez.	21,3	102	190	88	300	102	0	0	88
Ano	19,0	880	1308	428		880	0	0	428

Índice hídrico = 48,6 Clima úmido

QUADRO 11A - Balanço hídrico para a região procedência de Mogi Guaçu-SP.

Meses	Temp. °C	EP mm	P mm	P-EP mm	ARM mm	ER mm	ALT mm	DEF mm	EXC mm
Jan.	23,2	115	243	128	300	115	0	0	128
Fev.	23,1	100	214	114	300	100	0	0	114
Mar.	22,6	100	175	75	300	100	0	0	75
Abr.	20,9	77	65	-12	288	77	-12	0	0
Mai.	18,3	56	41	-15	274	55	-14	1	0
Jun.	16,9	45	47	2	276	45	2	0	0
Jul.	16,6	45	19	-26	253	42	-23	3	0
Ago.	18,0	56	25	-31	228	50	-25	6	0
Set.	19,8	71	50	-21	213	65	-15	6	0
Out.	21,0	88	112	24	237	88	24	0	0
Nov.	22,1	99	138	39	276	99	39	0	0
Dez.	22,7	111	198	85	300	111	24	0	61
Ano	20,4	963	1325	362		947	0	16	378

Índice hídrico = 38,3 Clima úmido

QUADRO 12A - Balanço hídrico para a região procedência de Rio Claro-SP.

Meses	Temp. °C	EP mm	P mm	P-EP mm	ARM mm	ER mm	ALT mm	DEF mm	EXC mm
Jan.	23,0	114	226	112	300	114	0	0	112
Fev.	23,0	99	205	106	300	99	0	0	106
Mar.	22,5	99	149	50	300	99	0	0	50
Abr.	20,8	76	44	-32	270	74	-30	2	0
Mai.	18,2	56	44	-12	259	55	-11	1	0
Jun.	16,8	45	29	-16	246	42	-13	3	0
Jul.	16,6	45	20	-25	226	40	-20	5	0
Ago.	18,0	56	25	-31	204	47	-22	9	0
Set.	19,8	71	53	-18	192	65	-12	6	0
Out.	20,9	87	126	39	231	87	39	0	0
Nov.	22,0	98	132	34	265	98	34	0	0
Dez.	22,5	110	199	89	300	110	35	0	54
Ano	20,4	958	1252	296		930	0	26	322

Índice hídrico = 32,1 Clima úmido

QUADRO 13A - Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao período de 1970 a 1989, para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm.

Meses	Temp. °C	P mm	EP mm	P-EP mm	ARM mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm	ALT.ARM. mm
Jan.	26,6	205,8	152,1	53,7	174,5	152,1	0	0	53,7
Fev.	26,5	201,0	132,4	68,8	243,1	132,4	0	0	68,8
Mar.	26,5	205,4	141,4	64,0	300,0	141,4	0	7,1	56,9
Abr.	26,4	113,2	130,0	-16,8	283,5	129,7	0,3	0	-16,5
Mai.	25,0	47,1	107,4	-60,3	231,4	99,2	8,2	0	-52,1
Jun.	23,0	13,1	78,4	-63,3	187,0	57,5	18,9	0	-44,4
Jul.	22,8	8,3	77,1	-68,8	148,3	47,0	30,1	0	-38,7
Ago.	24,7	12,8	104,9	-92,1	108,8	52,3	52,6	0	-39,5
Set.	26,3	49,3	131,1	-81,8	82,6	75,5	55,6	0	-26,2
Out.	27,4	131,6	162,3	-30,7	74,5	139,7	22,6	0	-8,1
Nov.	27,1	157,2	155,8	1,4	75,9	155,8	0	0	1,4
Dez.	26,8	202,1	157,2	44,9	120,8	157,2	0	0	44,9
Ano	25,8	1346,9	1528,1	-181,2		1339,8	188,3	7,1	

QUADRO 14A - Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao ano de 1988 (ano 1), para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	EP (mm)	(P-EP) (mm)	Heg. Acum.	Arm. (mm)	Alt.Arm. (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	ETR/EP
Jan.	27,1	442	162	280	0	300	0	162	0	156	1,0
Fev.	26,6	348	133	215	0	300	0	133	0	215	1,0
Mar.	27,2	218	155	63	0	300	0	155	0	63	1,0
Abr.	26,8	228	136	92	0	300	0	136	0	92	1,0
Mai.	24,5	17	99	-82	-82	228	-72	89	10	0	0,90
Jun.	22,8	19	74	-55	-137	190	-38	57	17	0	0,77
Jul.	20,9	0,9	55	-55	-192	158	-32	32	24	0	0,58
Ago.	25,2	0	112	-112	-304	109	-49	49	63	0	0,44
Set.	27,5	6	153	-147	-451	67	-42	48	105	0	0,31
Out.	28,6	37	188	-151	-602	40	-27	64	124	0	0,34
Nov.	27,7	179	168	11		51	11	168	0	0	1,00
Dez.	27,1	211	163	48	-329	99	48	163	0	0	1,00
Ano	26,0	1705	1598	107		-201	1256	343	526		

QUADRO 15A - Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao ano de 1989 (ano 2), para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	EP (mm)	(P-EP) (mm)	Neg. Acum.	Arm. (mm)	Alt.Arm. (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	ETR/EP
Jan.	26,0	399	141	258	0	300	0	141	0	57	1,0
Fev.	26,2	209	128	81	0	300	0	128	0	81	1,0
Mar.	26,7	250	145	105	0	300	0	145	0	105	1,0
Abr.	26,5	172	132	40	0	300	0	132	0	40	1,0
Mai.	24,0	48	94	-46	-46	257	-43	91	3	0	0,97
Jun.	23,0	50	77	-27	-73	235	-22	72	5	0	0,94
Jul.	22,2	91	71	20	-49	255	20	71	0	0	1,0
Ago.	25,0	102	110	-8	-57	248	-7	110	0	0	1,0
Set.	25,1	27	112	-85	-142	187	-61	88	24	0	0,79
Out.	27,6	66	166	-100	-242	134	-53	119	47	0	0,72
Nov.	27,3	195	160	35	171	169	35	160	0	0	1,0
Dez.	26,7	181	155	26	128	195	26	155	0	0	1,0
Ano	25,5	1790	1491	299			-105	1412	79	283	

QUADRO 16A - Balanço hídrico para Cuiabá, referente ao ano de 1990 (ano 3), para capacidade de armazenamento de água no solo de 300 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	EP (mm)	(P-EP) (mm)	Neg. Acum.	Arm. (mm)	Alt.Arm. (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	ETR/EP
Jan.	26,8	108	156	-48	-178	166	-29	137	19	0	0,88
Fev.	26,5	225	132	93	0	259	93	132	0	0	1,0
Mar.	27,2	159	155	4	0	263	4	155	0	0	1,0
Abr.	26,6	123	134	-11	-50	254	-9	132	2	0	0,99
Mai.	24,2	119	96	23	0	277	23	96	0	0	1,0
Jun.	23,7	9	85	-76	-100	215	-62	71	14	0	0,84
Jul.	21,5	23	63	-40	-140	188	-27	50	13	0	0,79
Ago.	25,3	64	114	-50	-190	159	-29	93	21	0	0,82
Set.	24,8	170	107	63	0	222	63	107	0	0	1,0
Out.	28,2	129	179	-50	-140	188	-34	163	16	0	0,91
Nov.	27,2	111	158	-47	-187	161	-27	138	20	0	0,87
Dez.	27,2	141	165	-24	-211	148	-13	154	11	0	0,93
Ano	25,8	1381	1544	-163			-47	1428	114	0	

QUADRO 17A - Resumo de algumas informações tiradas dos balanços hídricos das regiões procedência (Itatinga, Rio Claro, Mogi-Guaçu, Anhembi) e de introdução (Cuiabá).

Informações tiradas dos balanços hídricos	Localidades				
	Itatinga	Rio Claro	Mogi Guaçu	Anhembi	Cuiabá
Altitude (m)	765	612	588	490	151
Temperatura anual média (°C)	19,0	20,4	20,4	20,9	25,8
Precipitação anual (P) (mm)	1308	1252	1325	1230	1347
Déficit hídrico (mm)	0	26	16	25	188
Excesso (mm)	428	322	378	260	7
Evapotranspiração potencial (EP) (mm)	880	958	963	995	1528
(P-EP) (mm)	428	298	362	235	-181
Evapotranspiração real (ER) (mm)	880	930	947	970	1340
Índice de rendimento vegetativo	1,00	0,97	0,98	0,97	0,88
Período de reposição de água no solo	exceto os meses de ago. e jul.	de out. a mar.	de out. a mar.	de out. a mar.	de nov. a mar.
Período com excesso de água no solo	de out. a mar. e em jun.	de dez. a mar.	de dez. a mar.	de dez. a mar.	março
Período de retirada de água do solo	meses de abr. e ago.	de abr. a set.	abr., mai., jul., ago. e set.	de abr. a set.	de abr. a out.
Período de deficiência hídrica (nº de meses)	não ocorre (0)	de abr. a a set. (6)	de jul. a set. (3)	abr., mai. e de jul. a set. (5)	de abr. a out. (7)
Período de vegetação (nº de meses)	ano todo (12)	de out. a mar. (6)	de out. a jun. (9)	de out. a mar. (6)	de nov. a mar. (5)
Temperatura média no período de vegetação (°C)	19,0	22,3	21,2	23,0	26,7
Precipitação no período de vegeta- ção (mm)	1308	1037	1231	1002	972
(ER/EP) para o período de defici- ência hídrica	-	0,92	0,93	0,92	0,65
Temperatura média para o período de defic. hídrica	-	18,4	18,1	19,1	25,1
Precipitação no período de defici- ência hídrica (mm)	-	215	135	188	375
Total de reposição de água no solo (mm)	22	108	89	105	226
Total de água retirada do solo (mm)	22	108	89	105	226
EP para o período de deficiência	880	349	228	313	789
EP para o período de vegetação	880	607	735	682	739

QUADRO 18A - Resumo de algumas informações tiradas dos balanços hídricos de Cuiabá, referentes aos anos de experimentação (1988, 1989, 1990).

Informações tiradas dos balanços hídricos	Anos de experimentação		
	1988	1989	1990
Temperatura anual média (°C)	26,0	25,5	25,8
Precipitação anual (mm)	1705	1790	1381
Evapotranspiração potencial (EP) (mm)	1598	1491	1544
(P-EP) (mm)	107	299	-163
Evapotranspiração real (EP) (mm)	1256	1412	1428
(ER/EP)	0,79	0,95	0,92
Déficit hídrico	343	79	114
Excesso de água no solo	526	283	0
Período de reposição de água no solo (nº de meses)	de jan. a abr. e nos meses de nov. e dez. (6 meses)	de jan. a abr. e nos meses de jul., nov. e dez. (7 meses)	fev., mar., mai., set. (4 meses)
Período com excesso de água no solo (nº de meses)	de jan. a abr. (4)	de jan. a abr. (4)	-
Período com deficiência hídrica (nº de meses)	de mai. a out. (6)	mai., jun., set., out., (4)	jan., abr., jun., jul., ago., out., nov., dez. (8)
Precipitação no período de deficiência hídrica (mm)	79	191	708
Temperatura média no período com deficiência hídrica (°C)	24,9	24,9	25,8
ER/EP (média) para o período com deficiência hídrica	0,56	0,86	0,89
Período possível de vegetação (nº de meses)	de jan. a abr., e nov. e dez. (6 meses)	de jan. a abr., jul., ago., nov. dez. (8 meses)	fev., mar., mai., set., (4 meses)
Precipitação do período possível de vegetação (mm)	1626	1599	673
Temperatura média do período pos- sível de vegetação (°C)	27,1	25,8	25,7
Total de água retirada do solo (mm)	260	186	230
Total de reposição de água no solo (mm)	59	81	183
EP para o período de deficiência (mm)	681	449	1054
EP para o período de vegetação (mm)	917	1042	490

QUADRO 19A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para porcentagem de sobrevivência (%), altura da planta (m), diâmetro do colo (cm) e relação altura da planta/diâmetro do colo das espécies de eucaliptos, avaliadas na fase de viveiro. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios			
		sobrevivência	Diâmetro do colo	Altura da planta	Relação altura da planta/diâmetro do colo
Espécies	7	1609,6536**	0,0121**	0,0119**	0,0996**
Blocos	4	35,8375	0,0016	0,0004	0,0096
Erro	28	44,8946	0,0020	0,0003	0,0096
Total	39				
C.V. (%)		8,6	14,9	6,6	11,4

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 20A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação de características silviculturais das espécies de eucaliptos, referentes às épocas de replantio, anos 1, 2 e 3 de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios		
		Sobrevivência	Altura da planta	Diâmetro do colo
Espécies (E)	7	0,340**	5,571**	7,618**
Blocos	4	0,119**	0,753**	0,461
Erro a	28	0,089	0,427	1,220
Anos (A)	3	0,657**	92,112**	428,886**
E x A	21	0,070**	1,360**	2,062**
Erro b	96	0,025	0,094	0,266
Total	159			
C.V. (%)		13,6	13,7	11,4

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 21A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de diâmetro do colo (DC, em cm) das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios (Incrementos em DC)		
		(Ano 1 - Replântio)	(Ano 2 - Ano 1)	(Ano 3 - Ano 2)
Espécies	7	0,568	2,272	0,589
Blocos	4	0,043	0,363**	2,527**
Erro	28	0,296	0,182	0,457
Total	39			
C.V. (%)		18,9	14,2	45,4

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 22A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de altura das plantas (AP, em metros) das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios (Incrementos em altura de planta)		
		(Ano 1 - Replântio)	(Ano 2 - Ano 1)	(Ano 3 - Ano 2)
Espécies	7	0,620	0,9011	1,2927
Blocos	4	0,257**	0,032**	0,1263**
Erro	28	0,118	0,045	0,1016
Total	39			
C.V. (%)		25,9	18,9	29,0

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 23A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação das características ecológicas/silviculturais das espécies de eucaliptos, referentes aos anos 1, 2 e 3 de experimentação na Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de		Quadrados Médios			
variação	liberdade				
		Diâmetro a altura do peito	Relação AP/DAP	Área projeção de copa	Volume cilíndrico por hectare
Espécies (E)	7	7,443**	1,682*	6,042**	5,837**
Blocos	4	3,685**	1,614**	2,160**	1,979**
Erro a	28	0,972	0,695	1,096	0,872
Anos (A)	2	68,619**	13,059**	74,701**	35,925**
E x A	14	1,163**	0,303	1,578**	1,286
Erro b	64	0,147	0,317	0,259	0,115
Total	119				
C.V. (%)		16,5	35,8	18,5	24,7

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 23A - Continuação

		Quadrados Médios				
Causas de	Graus de					
variação	liberdade	Resistência a insetos	Resistência a seca	Número de galhos	Vigor vegetativo	Deficiência nutricional
Espécies (E)	7	0,638**	4,278**	80,205**	3,682**	1,641**
Blocos	4	0,310*	0,805**	10,211	1,172**	0,994**
Erro a	28	0,112	0,268	4,254	0,320	0,087
Anos (A)	2	0,755**	0,206	2508,612**	3,195**	0,365*
E x A	14	0,148	0,240	28,112**	0,103	0,0967
Erro b	64	0,101	0,148	4,225	0,116	0,259
Total	119					
C.V. (%)		8,8	15,6	20,8	15,0	12,0

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 24A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de diâmetro a altura do peito (DAP, em cm) das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios (Incrementos em DAP)		
		(Ano 1 - Replântio)	(Ano 2 - Ano 1)	(Ano 3 - Ano 2)
Espécies	7	0,328	1,752**	0,853**
Blocos	4	0,377	0,543**	0,268
Erro	28	0,241	0,134	0,208
Total	39			
C.V. (%)		50,80	24,9	40,0

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 25A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de área de projeção de copas (APC, em m²) das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios (Incrementos em APC)		
		(Ano 1 - Replântio)	(Ano 2 - Ano 1)	(Ano 3 - Ano 2)
Espécies	7	0,477*	2,057**	0,182*
Blocos	4	0,125	0,346*	0,066
Erro	28	0,194	0,122	0,061
Total	39			
C.V. (%)		35,7	18,1	15,2

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 26A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para os incrementos de volume cilíndrico por hectare ($\text{vol} = \text{m}^3/\text{ha}$) das espécies de eucaliptos, ao longo dos anos de avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios (Incrementos em volume)		
		(Ano 1 - Replântio)	(Ano 2 - Ano 1)	Vol (Ano 3 - Ano 2)
Espécies	7	2,853	1,831**	89,271**
Blocos	4	2,150	0,699	23,346
Erro	28	1,733	0,278	10,748
Total	39			
C.V. (%)		61,1	40,9	71,2

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 27A - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagens médias de árvores de espécies de eucaliptos atacadas por *Criphonectria cubensis* correspondente a última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio
		% de árvores com cancro
Espécies	7	0,0779**
Blocos	4	0,0201
Erro	28	0,017
Total	39	
C.V. (%)		144,4

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 28A - Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para porcentagens médias de árvores de espécies de eucaliptos com seca de ponteiros no terço apical, correspondente a última avaliação. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio
		Seca de ponteiros
Espécies	7	12,8713**
Blocos	4	11,2184*
Erro	28	3,6505
Total	39	
C.V. (%)		53,5

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 29A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação das formas de fustes (%) das árvores das espécies de eucaliptos, avaliadas no ano 3. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios	
		Formas de fustes	
		Retilíneos	Bifurcados
Espécies	7	5,015**	9,929*
Blocos	4	3,326**	14,894**
Erro	28		0,796
Total	39		
C.V. (%)		10,7	46,1

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 30A - Resumo das análises de variância e coeficiente de variação referentes as análises de fertilidade, envolvendo anos 1, 2 e 3 de avaliações. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios				
		pH	Al	CaMg	K	P
Espécies (E)	7	0,169	0,078	1,164	100,890	0,949**
Blocos	4	0,045	0,042	2,490**	123,596	2,933**
Erro a	28	0,112	0,099	0,981	265,215	0,179
Anos (A)	2	1,208**	1,172**	11,233**	3902,608**	9,231**
E x A	14	0,083	0,047	0,411	128,665	0,462
Erro b	64	0,047	0,039	0,377	111,606	0,279
Total	119					
C.V. (%)		4,3	65,4	33,8	20,1	38,2

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

QUADRO 31A - Resumo das análises de variância e coeficiente de variação referentes as análises foliares das espécies de eucaliptos envolvendo os anos de avaliações. Baixada Cuiabana, Mato Grosso, 1991.

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Espécies (E)	7	0,103**	0,0049**	0,0625**	0,772**	0,038**
Blocos	4	0,012	0,0007	0,0093	0,026*	0,015**
Erro a	28	0,015	0,0005	0,0140	0,032	0,003
Anos (A)	2	0,197**	0,0023**	0,1385**	0,106**	0,0421**
E x A	14	0,024**	0,0007**	0,0243**	0,059**	0,003**
Erro b	64	0,010	0,0002	0,0079	0,008	0,0007
Total	119					
C.V. (%)		8,9	13,0	9,9	8,7	6,8

QUADRO 31A - Continuação

Causas de variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios					
		Enxofre	Boro	Zinco	Ferro	Manganês	Cobre
Espécies (E)	7	0,0003	83,204**	1108,949**	5084,785*	4261431,94**	23,590
Blocos	4	0,0004*	164,488**	18,264	486,346	2271441,44**	8,664
Erro a	28	0,0002	21,364	14,793	2112,431	1221838,65	19,236
Anos (A)	2	0,032**	295,372**	617,045**	2783,679	2794503,65**	223,259**
E x A	14	0,0002	56,757**	103,036**	6529,619**	265151,74**	14,262
Erro b	64	0,00013	18,099	8,7295	1420,752	80631,009	15,8491
Total	119						
C.V. (%)		15,5	18,0	13,9	67,8	11,1	40,9

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 32A - Correlações entre as características avaliadas após o primeiro ano de experimentação.

	AP	DAP	DC	APC	PS	NG	VV	RS	IAP	DN	AFN	AFP
AP/DAP	-0,48	-0,79	-0,45	-0,39			-0,48	-0,48		0,43		
K												
P					0,38							
Vol	0,79	0,93	0,66	0,68	0,33		0,72	0,65		-0,60	0,31	
AP		0,78	0,69	0,81			0,77	0,60		-0,68		-0,34
DAP			0,84	0,82			0,72	0,59		-0,52		
DC				0,75			0,52	0,51	0,36	-0,35		
APC					0,43		0,68	0,68	0,42	-0,53		
PS							0,38	0,41				
NG												
VV								0,76		-0,69		-0,35
RS									0,41	-0,74		
IAP										-0,31		
DN												
AFN												0,38

Obs.: Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 32A - Continuação

	AFK	AFCa	AFMg	AFS	AFFe	AFMn	AFB	AFZn	AFCu	pH	A1	CaMg
AP/DAP												
K											-0,47	0,44
P		-0,44	0,45		-0,40	-0,53					-0,37	
Vol						-0,39						
AP								0,38				
DAP			-0,32									
DC				0,33		-0,32						
APC						-0,44						
PS			-0,34					0,34				
NG		-0,41										
VV		-0,38			-0,33			-0,42				
RS												
IAP		-0,32				-0,38						
DN	-0,42					-0,44				0,33	0,35	
AFN					0,32							
AFP				0,45	-0,37	-0,35						
AFK												
AFC					0,53	0,42						
AFM			-0,48		0,53	0,42		0,53				
AFS							-0,50					
AFFe												
AFMn						0,32		0,35				
AFB							0,38			-0,53	0,52	-0,55
AFZn												
AFCu												0,38
pH												
A1											-0,85	0,82
CaMg												-0,79

Obs.: Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 33A - Correlações entre as características avaliadas no ano 2. Baixada Cuiabana, MT, 1991.

	AP	DAP	DC	APC	PS	NG	VV	RS	IAP	DN	AFN	AFP
Vo1	0,86	0,96	0,70	0,86	0,53	-0,12	0,84	0,76	-0,13	-0,63	0,32	-0,32
AP		0,92	0,63	0,81			0,87	0,79		-0,67		-0,38
DAP			0,68	0,82			0,82	0,75		-0,68	0,33	-0,40
DC				0,57	0,37		0,52	0,46				
APC					0,54		0,81	0,78		-0,61	0,49	
PS							0,36	0,34				
NG												
VV								0,88		-0,70		
RS										-0,77		-0,37
IAP												-0,33
DN												0,47

Obs.: Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 33A - Continuação

	AFK	AFCa	AFMg	AFS	AFFe	AFMn	AFB	AFZn	AFCu	pH	A1	CaMG	AP/DAP
Vo1		-0,13				-0,28	0,17					0,12	-0,33
AP													-0,44
DAP													-0,62
DC						-0,48						0,37	-0,32
APC		-0,32				-0,33							
PS	0,34												
NG	-0,40	-0,51		0,41	0,56			-0,58	-0,47				
VV		-0,38				-0,33							-0,41
RS		-0,44											-0,31
IA					-0,36								
DN						-0,49							
AFN							-0,51						0,48
AFP			-0,32										
AFK			-0,33			-0,41				-0,33			
AFCa		-0,39		0,35					-0,36				
AFMg					-0,37			0,53	0,53				
AFS					0,37	-0,37	-0,36						
AFFe									-0,38				
AFMn									-0,53				
AFB							0,37			0,50	-0,56		
AFZn													
pH												-0,53	0,38
A1													-0,63
CaMG													

Obs.: Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 34A - Correlações entre as características avaliadas no ano 3. Baixada Cuiabana, MT, 1991.

	AP	DAP	VV	DN	APC	NG	DC	RS	PS
Vol	0,86	0,86	0,74	-0,61	0,71		0,76	0,74	0,50
AP		0,90	0,86	-0,76	0,56	-0,50	0,76	0,86	
DAP			0,81	-0,66	0,73	-0,40	0,84	0,76	
VV				-0,72	0,59	-0,39	0,70	0,90	
IAP					0,44	-0,43			
DN					-0,38	0,41	-0,57	-0,71	
APC							0,70	0,50	0,42
NG								-0,43	
DC								0,71	

Obs.: Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 34A - Continuação

	Al	CaMg	AFB	AFCu	AFFe	AFMn	AFCa	AFMg	AFN	AFP	AFZn
Vol						-0,34					
AP						-0,31					0,47
DAP						-0,37	-0,37				
VV							-0,41			-0,42	
IAP			0,32				0,51				0,55
DN		0,33									-0,50
APC	-0,34		-0,38			-0,40	-0,57		0,37		
NG				-0,44		0,38					-0,45
DC						-0,49					
RS						-0,34	-0,41			-0,32	
PS											
pH					0,32						
Al		-0,40									0,38
CaMg					-0,34						
AFB						0,61	0,74				
AFK											0,48
AFS											0,33
AFCu					0,34					-0,33	
AFFe							0,39		-0,36		
AFMn								-0,40			
AFCa									-0,38		-0,52
AFMg											
AFN											
AFP											

Obs.: Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 35A - Características correlacionadas entre as épocas de avaliação (viveiro, replantio e anos 1, 2 e 3).

épocas de avaliação envolvidas	Características avaliadas			
	Porcentagem de sobrevivência	Altura das plantas	Diâmetro do colo	Relação altura da planta/diâmetro colo
(Viveiro x replantio)	-0,17 NS	0,42	0,03 NS	0,51
(Viveiro x ano 1)	0,47	0,36	-0,01 NS	0,29 NS
(Viveiro x ano 2)	0,43	0,29 NS	0,24 NS	0,14 NS
(Viveiro x ano 3)	0,54	0,36	0,29 NS	0,20 NS
(Replantio x ano 1)	-0,09 NS	0,05 NS	0,30 NS	0,09 NS
(Replantio x ano 2)	-0,01 NS	-0,20 NS	0,08 NS	-0,03 NS
(Replantio x ano 3)	0,01 NS	-0,13 NS	0,13 NS	0,03 NS
(Ano 1 x ano 2)	0,96	0,85	0,74	0,81
(Ano 1 x ano 3)	0,86	0,78	0,64	0,78
(Ano 2 x ano 3)	0,90	0,95	0,83	0,89

N.S. = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 36A - Características correlacionadas entre as épocas de avaliação (anos 1, 2 e 3).

Características avaliadas	Épocas de avaliação envolvidas		
	Ano 1 x Ano 2	Ano 1 x Ano 3	Ano 2 x Ano 3
Vol.	0,79	0,68	0,79
DAP	0,77	0,63	0,91
VV	0,78	0,61	0,79
RS	0,69	0,54	0,68
APC	0,65	0,42	0,77
NG	0,58	0,54	0,36
DN	0,65	0,54	0,47
IAP	0,21 NS	0,32	0,33
ID	0,68	-0,10 NS	-0,04 NS
pH	0,60	0,04 NS	-0,23 NS
A1	0,72	0,28	0,39
K	0,17 NS	0,25 NS	0,11 NS
P	0,09 NS	0,29 NS	0,21 NS
CaMg	0,64	0,39	0,22 NS
AFB	0,14 NS	0,30 NS	0,27 NS
AFK	0,04 NS	0,40	0,45
AFS	0,16 NS	0,15 NS	0,22 NS
AFCu	0,18 NS	0,20 NS	0,08 NS
AFFe	-0,33	0,34	-0,06 NS
AFMn	0,82	0,83	0,89
AFCa	0,69	0,84	0,75
AFMg	0,70	0,78	0,74
AFN	0,25 NS	0,32	0,41
AFP	0,38	0,37	0,72
AFZn	0,72	0,78	0,90

N.S. = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.