

Teste de Procedências de *Eucalyptus grandis* em Aracruz (ES)

EDGARD CAMPINHOS JR.

YARA KIEMI IKEMORI

RENATO MACIEL

Depto. de Silvicultura e Pesquisa - Aracruz Florestal S.A.

Summary

Out of the 12 tested provenances, those that performed best were from the Atherton Tableland, Queensland (Australia), which displayed significantly better behavior.

An analysis was made of the following characteristics: susceptibility to the *Cryphonectria cubensis* (ex-*Diaporthe cubensis*) fungus, which causes canker; growth; form; basic density; and pulp yield.

Based on the preliminary results at 4 years of age, a start has been made on improvement and genetics work on this species for the Aracruz region (ES).

Resumo

De 12 procedências testadas, as de melhor comportamento são as de Atherton Tableland, Queensland (Austrália), mostrando significativamente melhor comportamento.

São analisadas as seguintes características: susceptibilidade ao fungo *Cryphonectria cubensis* (ex-*Diaporthe cubensis*) causador do cancro, incremento, forma, densidade básica da madeira e rendimento de polpa de celulose.

Com base nos resultados preliminares, aos 4 anos de idade, foram iniciados os trabalhos de melhoramento e genética, desta espécie, para a região de Aracruz (ES).

INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ocorre naturalmente em várias regiões da costa leste da Austrália, de New Castle (NSW) até próximo a Mackay (QLD) e em Atherton Tableland, ao norte de Queensland.

O *E. grandis* é considerado como uma das espécies mais importantes e mais plantadas em vários países tropicais e sub-tropicais. Em muitos desses países, extensos programas de melhoramento vêm sendo conduzidos por entidade públicas e privadas, não somente objetivando aumentar a produção, mas também, observar aspectos de adaptação do material genético introduzido, como por exemplo o comportamento e a fitossanidade de espécies plásticas ou procedências (LACAZE, 1977).

Na República da África do Sul (VAN WYK, 1975) e no Zimbábue (BARRETT et al., 1975), o *E. grandis* é considerado uma das espécies mais importantes, devido ao seu desenvolvimento, produtividade e adaptação. Este fato se deve à seleção correta da procedência que foi introduzida naqueles países.

No Brasil, especificamente no litoral norte do Estado do Espírito Santo e sul da Bahia, o *E. grandis*, por ser uma espécie altamente

promissora, tanto pelo seu desenvolvimento como pela qualidade da madeira para produção de polpa de celulose, vem sendo utilizado como a espécie principal em extensos programas de reflorestamento. Porém, o seu comportamento foi comprometido pelo uso de procedências não adaptadas às condições ecológicas locais, principalmente em termos de sobrevivência, face a sua susceptibilidade à doença conhecida como cancro do eucalipto, causada pelo fungo *Cryphonectria cubensis* (Bruner) Hodges (ex-*Diaporthe cubensis*).

Com a finalidade de obter material genético melhorado de *E. grandis*, da melhor procedência para a região costeira do Estado do Espírito Santo, foi instalado, no Município de Aracruz, um teste de procedências de 12 diferentes localidades da Austrália, cujas latitudes variaram de 17° a 28° S.

MATERIAL E MÉTODO

1. Fonte do Material Genético. Para o teste foram utilizadas as seguintes procedências de *E. grandis*.

TRATAMENTO (Nº)	AFSA (Nº)	ORIGEM (Nº)	PROCEDÊNCIA	LAT.	LONG.	ALT. (m)
01	106	Batch 45	SF185-Danbulla	17°12'S	145°35'E	793
02	107	Batch 47	SF135-Brooloo	26°30'S	152°40'E	420
03	108	Batch 48	SF607-Atherton	17°02'S	145°37'E	780
04	109	Batch 42	SA85-Danbulla	17°12'S	145°35'E	780
05	110	Batch 43	Jimna	26°40'S	152°28'E	710
06	111	S 10695	Kenilworth	26°40'S	152°33'E	625
07	112	S 10693	Gympie	26°09'S	152°42'E	75
08	113	S 10693/1413	Gympie	26°09'S	152°42'E	75
09	114	S 10694	Gympie	26°18'S	152°46'E	75
10	102	S 10696	Bellthorpe	26°18'S	152°42'E	450
11	101	S 9783	Atherton	17°15'S	145°42'E	655
12	115	S 7991	Casino	28°26'S	152°53'E	600

As sementes foram fornecidas pelo CSIRO, Division of Forest Reserach (Canberra) e pelo Department of Forestry do Estado de Queensland, Austrália.

2. Produção de Mudras. As mudras foram produzidas em sacos plásticos com dimensões de 6 x 12 cm, utilizando-se como substrato terra proveniente do sub-solo (CAMPINHOS JR, et al., 1968). A fertilização utilizada foi de 1 g da formulação NPK (5-17-3) por embalagem. As mudras permaneceram no viveiro por 90 dias, até o plantio definitivo no campo.
3. Implantação do Teste. Em outubro de 1974, foi feita a seleção do local para a instalação do teste, procurando-se uma área representativa da região. O teste foi implantado no solo que apresentou características físico-químicas, segundo classificação feita por RANZANI, 1971, mostradas no Quadro I. O preparo de solo constou de aração, gradagem e adubação com 100 g por cova da formulação NPK (10-34-6). O espaçamento utilizado foi de 3,0 x 2,0 m.

4. Delimitação Estatística. O experimento foi instalado em blocos ao acaso com 12 tratamentos e 5 repetições. O número de plantas por repetição foi igual a 20.

5. Coleta de Dados. Anualmente, até o 7º ano, foram levantados dados de: altura, diâmetro a altura do peito, volume sólido, sobrevivência e aspectos fitossanitários.

Considerando que 7 anos é a rotação teórica para a produção de polpa de celulose, no 7º ano foram abatidas 10 árvores por tratamento para se estudar: fator de forma, variação de densidade básica e rendimento em polpa de celulose dentro e entre as 12 diferentes procedências.

a) Densidade Básica da Madeira. Para análise da densidade básica da madeira foi utilizado o processo de amostragem destrutiva, através do método de volume saturado, segundo norma ABCP-M14/70, e o resultado expresso em quilogramas por metro cúbico.

A amostra de discos de madeira foi coletada e analisada no DAP, que segundo BARRICHELO (1979) é altamente correlacionada com a densidade básica média da árvore.

b) Rendimento em Polpa de Celulose. Para análise do rendimento em polpa de celulose foram utilizados, para o cozimento da madeira, mini-digestores com as seguintes condições de cozimento:

- . relação licor madeira: 5:1
- . carga alcalina: 190 kg/t
- . tempo de cozimento: 2 horas
- . temperatura: 170°C

As amostras de madeira (15 g por digestor) foram coletadas ao nível do DAP para as análises.

Segundo BARRICHELO (1979) não há correlação entre o rendimento de polpa de celulose no DAP e o rendimento médio na árvore. Objetivando-se somente comparar o conteúdo de polpa no DAP entre árvores.

O resultado, em porcentagem, expressa a estimativa de rendimento de polpa de celulose branqueada.

6. Análise dos Dados. Foram feitas análises de variância e comparações de médias através do teste de Tukey, aos níveis de significância $\alpha = 0,05$ e $\alpha = 0,01$, para os seguintes dados coletados: DAP, altura, volume sólido, sobrevivência, incidência de doença, fator de forma, densidade básica da madeira e rendimento de polpa de celulose.

Para sobrevivência, os dados foram corrigidos utilizando-se a transformação $y = \arcsin \sqrt{x}$, onde x é o percentual de falhas e árvores mortas, em relação ao número total de árvores.

Para rendimento de polpa de celulose, os dados foram corrigidos utilizando-se a mesma transformação $y = \arcsin \sqrt{x}$, onde x é igual o percentual de polpa de celulose branqueada, obtida em relação à amostra de madeira (15 g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância mostrou os seguintes níveis de significância para as variáveis analisadas:

Variável	Nível de Significância
Diâmetro Médio	N. S.
Altura Média	**
Área Basal	N. S.
Volume Sólido	**
Sobrevivência	*
Incidência de Doença	**
Fator de Forma	*
Densidade Básica Com Casca	**
Densidade Básica Sem Casca	**
Estimativa de Rendimento de Polpa Branqueada	**

Pelos resultados da análise de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey (Tabelas anexas), pode-se verificar que existem diferenças significativas entre as procedências, em relação às seguintes variáveis:

- . altura média
- . volume sólido
- . incidência de doença
- . sobrevivência
- . fator de forma
- . densidade básica com e sem casca
- . rendimento em polpa de celulose branqueada (estimativa).

Na comparação de médias, verifica-se que a diferença (contraste) entre duas médias só é significativa quando ambas apresentam valores extremos, ou seja, a média mais alta contra a média mais baixa. Portanto, para a maioria dos contrastes não foi encontrada significância ao nível $\alpha = 0,01$.

Porém, pode-se constatar que sempre os tratamentos procedentes do norte de Queensland (Austrália), se colocam entre aqueles que apresentam melhor resultado, tanto para: altura média (tratamento 11, Tabela 2); volume sólido (tratamento 3, Tabela 4 e Gráfico I); menor incidência de doença (tratamentos 3 e 11, Tabela 6); maior sobrevivência (tratamento 3, Tabela 5); maior rendimento em polpa de celulose branqueada (tratamento 3, Tabela 10).

Para o crescimento em diâmetro médio e área basal, embora o ensaio não apresente diferença significativa entre os tratamentos, verifica-se que o tratamento 1 foi o que apresentou maior crescimento em diâmetro (Tabela 1) e o tratamento 3 o maior crescimento em área basal (Tabela 3). Ambos correspondem à procedência do norte do Estado de Queensland.

Para densidade básica da madeira com casca somente os tratamentos 5 e 8 diferiram significativamente entre si, ao nível $\alpha = 0,05$; o mesmo ocorreu para a densidade básica da madeira sem casca dos tratamentos 5 e 8. Observou-se, porém, que essas diferenças se acentuavam quando se comparavam árvores dentro de uma mesma procedência, como por exemplo no tratamento 2, onde a diferença observada foi de 210 kg/m³ (Tabelas 8 e 9).

Para o rendimento em polpa de celulose, verificou-se que em muitas das procedências testadas a variação entre árvores, dentro da mesma procedência, foi maior que entre procedências.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que:

1. A procedência de *E. grandis* do norte do Estado de Queensland é a mais indicada para a região costeira do Estado do Espírito Santo, porque apresentou maior resistência à doença causada por *Cyphonectria cubensis* e maior incremento.
2. As diferenças observadas entre populações de uma mesma procedência, quanto às variáveis sobrevivência, incremento volumétrico, aspectos fitossanitários, densidade básica da madeira e rendimento de polpa de celulose branqueada, se deve principalmente às características genéticas intrínsecas de cada árvore.
3. O ensaio sugere que, para programas de melhoramento de *E. grandis*, para a região de Aracruz e outras de ecologia similar, sejam utilizadas diferentes populações, procedentes do norte de Queensland.
4. Para a seleção individual, além das características fenotípicas, devem ser consideradas as características da madeira, como densidade básica e rendimento em polpa de celulose, visto que as variações existentes entre árvores da mesma população, muitas vezes se mostram maiores que as variações entre procedências.

Quadro I

HORIZONTES		ANÁLISE MECÂNICA (mm) (%) PIPETA CALGON							DENSIDADE		CARBONO	ÓXIDO DE
IDENTIFI- CAÇÃO	ESPESSURA (cm)	AREIA MUI- TO GROSSA	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	AREIA MUI- TO FINA	LIMO	ARGILA < 0,002	Dr	Da	ORGÂNICO	Fe LIVRE Fe ₂ O ₃ (%)
A ₁₁	0,18	5,9	13,7	15,4	14,6	5,0	10,8	34,6	2,54	1,48	2,64	2,11
A ₁₂	18-40	3,7	16,5	14,3	11,7	4,7	6,7	42,4	2,55	1,67	1,23	2,64
A ₃	40-65	5,5	13,3	12,9	11,7	4,5	4,0	48,1	2,58	1,70	0,90	3,52
B ₂	62-125	3,9	11,4	10,7	10,2	3,8	5,3	54,7	2,59	1,58	0,72	3,43
B ₃	125-180	4,6	10,6	8,7	7,3	2,6	4,6	61,6	2,65	1,58	0,63	3,26
C	180-210	5,1	9,6	7,9	6,3	2,4	3,0	65,7	2,59	1,39	0,39	3,06
CTC eq.mg (%)	IONS TROCÁVEIS eq.mg (%)						V (%)	pH		ACIDEZ TOTAL (CaO Ac) eq.mg (%)	TENSÃO DA ÁGUA	
	Ca	Mg	K	H	Al	PO ₄		H ₂ O 1:1	KcL 1:1		1/3 ATMOSFERA (%)	15 ATMOSFERA (%)
8,17	4,17	0,67	0,10	2,90	0,33	0,01	60	5,6	5,0	3,23	16,6	11,6
5,27	1,25	0,55	0,05	2,81	0,61	0,01	35	4,9	4,2	3,42	17,9	12,4
4,41	0,52	0,41	0,04	2,50	0,94	0,01	22	4,4	4,1	3,44	19,2	13,7
3,85	0,37	0,34	0,03	2,18	0,93	0,01	19	4,5	4,1	3,11	21,7	15,9
3,37	0,18	0,26	0,03	2,12	0,78	0,01	14	4,5	4,2	2,90	24,8	19,1
3,32	0,18	0,16	0,01	2,33	0,55	0,01	13	5,1	4,5	2,88	25,6	20,6

Tabela 1 - TESTE DE TUKEY. DIÂMETRO MÉDIO (cm)

TRATA MENTO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
MÉDIA	18,12	16,76	17,26	15,84	17,46	16,38	17,34	17,32	16,62	17,70	17,12	16,30

Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes.

Tabela 2 - TESTE DE TUKEY. ALTURA MÉDIA (m)

TRATA MENTO	11	10	03	01	09	12	02	08	04	07	06	05
MÉDIA	29,5	29,2	28,9	28,4	28,1	28,1	27,7	26,8	26,7	26,7	25,7	25,3

Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,01$.

Tabela 3 - TESTE DE TUKEY. ÁREA BASAL (m²)

TRATA MENTO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
MÉDIA	29,88	28,10	35,46	28,26	26,62	29,36	30,38	28,46	31,92	29,62	30,60	28,12

Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes

Tabela 4 - TESTE DE TUKEY. VOLUME SÓLIDO (m³)

TRATA MENTO	03	09	11	10	01	12	07	08	02	06	04	05
MÉDIA	471,0	434,6	423,6	414,8	388,8	380,7	365,8	357,4	352,0	341,8	316,6	283,0

Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,01$

Tabela 5 - TESTE DE TUKEY. ÍNDICE DE SOBREVIVÊNCIA (Z)

TRATA MENTO	03	09	12	04	11	06	07	02	08	10	01	05
MÉDIA	22,14	26,24	29,50	29,76	30,37	31,20	31,58	33,13	34,15	34,38	36,07	37,91

Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,05$

Tabela 6 - TESTE DE TUKEY. SUSCEPTIBILIDADE À DOENÇA (%)

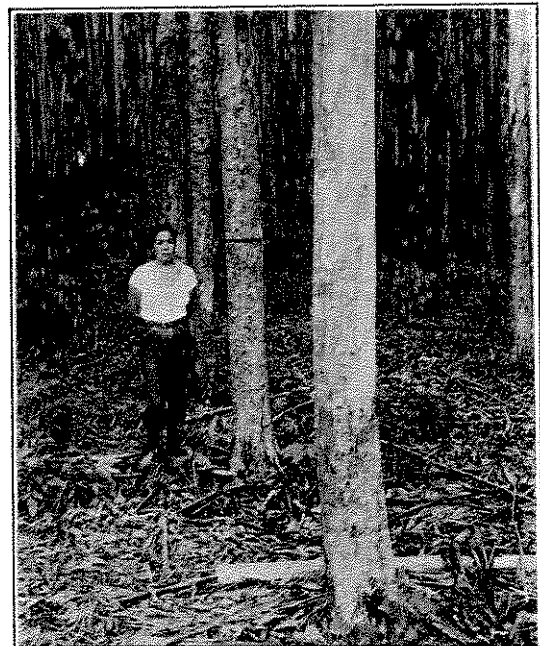
TRATA MENTO	03	11	04	07	01	12	05	09	02	06	10	08
MÉDIA	14,70	14,82	20,98	23,38	25,87	28,48	31,34	33,23	33,51	34,42	37,63	37,72

Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,01$

Tabela 7 - TESTE DE TUKEY. FATOR DE FORMA

TRATA MENTO	06	02	12	04	01	08	03	09	11	05	07	10
MÉDIA	0,482	0,466	0,460	0,458	0,454	0,454	0,444	0,444	0,436	0,434	0,392	0,392

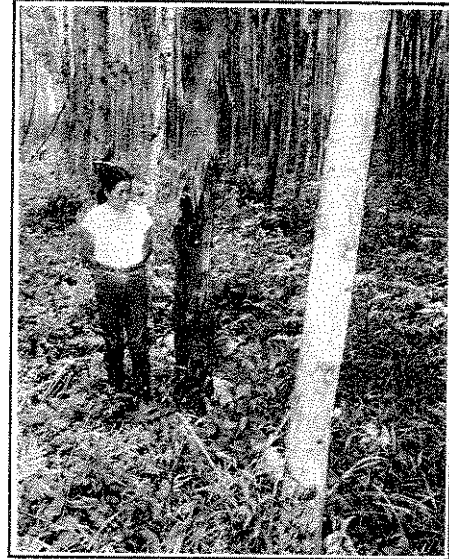
Médias ligadas pela mesma linha horizontal não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,05$



E. grandis de Atherton Table-land, tratamento 3, aos 7 anos e 5 meses



E. grandis de Atherton
Tabieiland, tratamento 1,
aos 7 anos e 5 meses



E. grandis de Brooloo, tratamento 2, aos 7 anos e 5 meses
(ambas as fotografias).

Tabela 8 - MÉDIAS DE DENSIDADE BÁSICA COM CASCA (kg/m³)

TRATAMENTO	DENSIDADE BÁSICA	INTERVALO DE VARIAÇÃO
05	501,9	464,41 - 559,52
04	488,5	456,45 - 528,78
02	487,0	400,40 - 580,19
11	483,5	459,65 - 512,48
06	474,7	422,78 - 539,17
10	465,2	385,76 - 540,28
07	465,1	404,46 - 533,19
12	464,7	412,92 - 527,13
03	453,1	420,77 - 504,86
09	452,6	397,32 - 511,77
08	446,5	404,46 - 533,19
01	440,4	386,40 - 517,92

Médias ligadas pela mesma linha vertical não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,05$



Tabela 10 - MÉDIAS DE ESTIMATIVAS EM RENDIMENTO DE POLPA DE CELULOSE BRANQUEADA (%)

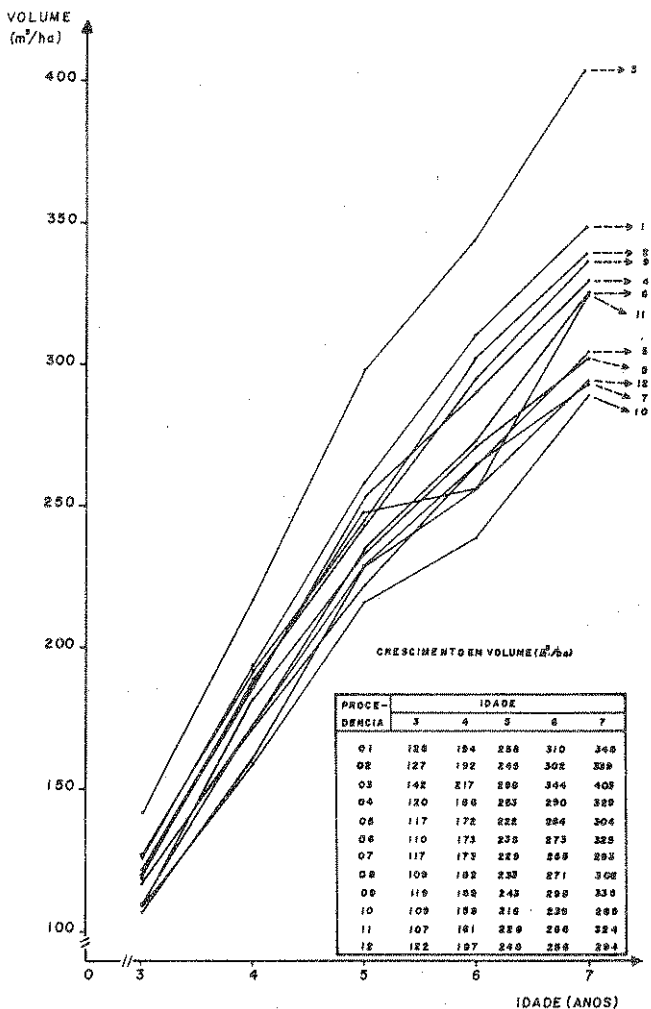
Tabela 9 - MÉDIAS DE DENSIDADE BÁSICA SEM CASCA (kg/m³)

TRATAMENTO	DENSIDADE BÁSICA	INTERVALO DE VARIAÇÃO
05	535,5	490,67 - 601,72
11	524,3	487,46 - 577,67
04	524,0	493,49 - 563,88
02	522,3	423,98 - 635,40
06	504,9	446,35 - 573,03
07	500,2	415,53 - 601,48
10	495,9	411,51 - 575,05
12	495,4	444,42 - 560,57
09	486,9	416,11 - 548,63
03	482,6	438,77 - 546,40
01	470,7	412,64 - 564,06
08	469,6	406,90 - 567,78

Médias ligadas pela mesma linha vertical não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,05$

TRATAMENTO	RENDIMENTO EM POLPA	INTERVALO DE VARIAÇÃO
03	51,9	49,70 - 53,65
12	50,8	48,65 - 52,25
01	50,8	49,00 - 52,80
09	50,8	47,45 - 53,70
11	50,7	43,45 - 52,85
02	50,4	48,10 - 52,05
04	50,3	48,85 - 51,75
10	50,1	48,20 - 51,60
06	50,0	47,95 - 51,20
08	49,5	47,55 - 51,25
05	47,9	40,36 - 51,80
07	47,6	44,05 - 51,40

Médias ligadas pela mesma linha vertical não são significativamente diferentes ao nível de $\alpha = 0,01$.



LITERATURA CONSULTADA

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, São Paulo. Normas. São Paulo, 1977. folhas soltas.

BARBIER, C. Introduction et selection des *Eucalyptus* au Niger. IN: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 1977. Documents. Canberra, CSIRO, 1978. p.341-348.

BARRETT, R.L.; CARTER, D.T. & SEWARD, B.R.T. *Eucalyptus grandis* in Rhodesia. Rhodesia Bulletin of Forestry Research, 6, 1975. 87 p. il.

BARRICHELO, L.E.G. Estudos de densidade básica, teor de holocelulose e rendimento em celulose de madeiras de *Eucalyptus grandis*. Piracicaba, ESALQ. Departamento de Silvicultura. Seção de Química, Celulose e Papel, 1979. 89 f. (Circulação Restrita)

BENGTSSON, B. Determination of pulp yield from small wood samples. Skellefte, Billerud, 1978. 13 f. il. (Circulação Restrita).

BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Programme of the introduction of species and provenances of *Eucalyptus* spp. in Brazil. Brasília, IBDF/PNUD/FAO /s.d./ 46 f.

BURLEY, J. & WOOD, P.J., comp. A manual on species and provenances research with particular reference to the tropics. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1976. 226 p.

GOLFARI, L. Zoning for reforestation in Brazil and trials with tropical eucalypts and pines in central region. Brasília, FAO, 1978. 25 f. + 8 apêndices (Project BRA/76/027)

HODGES, C.S.; REIS, M.S. & MAY, L.C. Duas enfermidades em plantações de essências florestais exóticas no Brasil. Brasil Florestal, 4 (15): 5-12, 1973. il.

LACAZE, J.F. Advances in species and provenance selection. Unasyiva, 30(119-120): 17-20, 1978.

MARTIN, B. Eucalypts as exotic species: recent progress in the choice of species and provenance. Nancy, Ecole Nationale de Génie Rural, des Eaux et des Forêts, 1977. 13 p.

MOURA, V.P.G. et al. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo; resultados parciais. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPAC, 1, jun. 1980. 104 p.

PÁSZTOR, Y.P.C. A provenance trial with *Eucalyptus pilularis* SM. IN: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 1977. Documents. Canberra, CSIRO, 1978. p. 371-380.

RANZANI, G. Solos do Município de Aracruz, ES. 65 p. (Não Publicado)

VAN WYK, G. Early growth results in a diallel progeny test of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Raleigh, 1975. 135 f.