

Utilização de Espécies do Gênero *Acacia* na Produção de Celulose de Fibra Curta no Sudeste Asiático e na África

*Marcos Deon Vilela de Resende*¹

*Gabriel Dehon Sampaio Peçanha Rezende*²

Bráz Demuner

1. Panorama Geral da Acacicultura

Dentre os principais gêneros empregados na produção de celulose nas regiões tropicais e subtropicais destacam-se: *Eucalyptus*, *Pinus* e *Acacia*. Destes, o *Pinus* fornece fibras longas e o *Eucalyptus* e a *Acacia* são utilizados para a produção de celulose de fibra curta.

Embora o eucalipto seja a principal matéria-prima para produção de celulose de fibra curta, a polpa de *Acacia* passou a ganhar mercado a partir de meados da década de 1990. Estima-se que atualmente a produção anual de polpa de acácia deve chegar a 2,5 milhões de toneladas, com grande tendência de crescimento, especialmente a partir de 2008, quando as florestas plantadas serão, em sua maioria, responsáveis pelo abastecimento das principais fábricas que já utilizam esta matéria-prima.

Existem em torno de 1340 espécies de *Acacia*, sendo que a maioria ocorre naturalmente na Austrália, Papua Nova Guiné e Indonésia (Gunn & Midgley, 1991). Várias espécies têm sido cultivadas tanto em regiões tropicais (Indonésia, Malásia, Vietnã, Índia, China, Tailândia e Filipinas) quanto subtropicais (África do Sul, Brasil, China). Dentre as espécies tropicais

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*, deon@cnpf.embrapa.br

² Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Aracruz Celulose S.A.

destacam-se: *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis*, *Acacia crassiparpa* e *Acacia aulacocarpa*. Destas, *Acacia crassiparpa* e *Acacia aulacocarpa* são espécies muito próximas botanicamente, e *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis* são as espécies mais conhecidas e utilizadas em plantios comerciais, existindo inclusive híbridos naturais entre as mesmas sendo identificados e cultivados. A *Acacia crassiparpa* é considerada a terceira acácia tropical mais importante no sudeste asiático. Por outro lado, a *Acacia aulacocarpa* destaca-se pela qualidade da madeira para produção de celulose, semelhante à *A. mangium*, à *A. auriculiformis* e aos eucaliptos de clima temperado, e superior à *Betula* da Escandinávia (Clark et al., 1994).

Dentre as espécies subtropicais, destacam-se: *A. mearnsii* (acácia-negra ou black wattle), *A. dealbata* (acácia-prateada ou silver wattle), *A. decurrens* (acácia-verde ou green wattle), *A. silvestris* e *A. melanoxyton*. Destas, a espécie mais importante é *A. mearnsii* a qual é utilizada principalmente na indústria de celulose e como fonte de tanino para curtimento de couros. Esta foi a primeira espécie de *Acacia* a ser domesticada e cultivada, tendo sido introduzida na África do Sul em 1864, e cultivada desde então. No Brasil e China foi introduzida por volta de 1930, sendo cultivada principalmente como fonte de tanino. Entretanto, recentemente (década de 1990), a acácia-negra vem sendo cultivada principalmente como fonte de madeira para a indústria de celulose na África do Sul e Japão (utilizando a madeira produzida no Brasil e parte da madeira produzida na África do Sul).

As espécies *A. dealbata* e *A. decurrens* também foram introduzidas com vistas à produção de tanino, mas foram descartadas desta finalidade, em função da cor excessivamente vermelha do extrato de tanino (Luyt et al., 1987).

Recentemente estas duas espécies vêm sendo reintroduzidas na África do Sul, com vistas à utilização pela indústria de celulose, principalmente por apresentarem alto rendimento e alta alvura no branqueamento (Clark et al., 1994).

Quanto à *A. melanoxyton*, que apresenta populações naturais tropicais e subtropicais, vem sendo utilizada principalmente como produto sólido, apresentando uma madeira de alta qualidade (Maslin & Mc Donald, 1996; Neilsen et al., 1998). Tal espécie apresenta pobre performance em ambientes mais tropicais (Haines et al., 1991).

Cerca de 129 espécies de acácia ocorrem na África e, ao contrário das Australianas (954), apresentam espinhos. Taxonomistas sugeriram que as

espécies australianas deveriam ser agrupadas em um novo gênero, denominado *Racosperma*, as espécies com espinhos tortos em um novo gênero denominado *Senegalia*, e apenas as espécies com espinhos retos deveriam permanecer no gênero *Acacia*. Entretanto, tal nomenclatura não foi ainda aceita (Barnes, 2000). Recentemente, a celulose de acácia tem demonstrado potencial para competir com a celulose de eucalipto. Dentre os fatores que contribuem para isso, destacam-se: (i) boa qualidade da polpa (especialmente no que se refere à opacidade, maciez e formação do papel); (ii) alto rendimento de celulose; (iii) maior benefício ao ambiente, tendo em vista a fixação de nitrogênio; (iv) maior produção de folhagem (serrapilheira), contribuindo para uma maior produtividade sustentável dos sítios; (v) grande capacidade competitiva com gramíneas, reduzindo gastos com controle de plantas daninhas; (vi) possibilidade de propagação vegetativa; (vii) baixa exigência nutricional.

Por outro lado, as espécies de acácia apresentam algumas desvantagens, como dificuldade de descascamento e incapacidade de rebrotar.

2. Qualidade da Madeira de *Acacia* para a Produção de Celulose

A seleção de espécies ou populações para uso industrial na produção de celulose deve basear-se nos seguintes atributos: (i) adaptação às condições climáticas e edáficas da região de plantio; (ii) produção de massa de madeira (não somente produção volumétrica); (iii) qualidade da madeira adequada ao processo de obtenção da celulose; (iv) qualidade da celulose, com vistas à obtenção dos produtos de papel desejados. Em resumo, deve-se selecionar as espécies, populações ou clones pela máxima quantidade de celulose de alta qualidade produzida por hectare e por ano. Segundo Balodis (1991), o caráter denominado produtividade de celulose, definido como quilogramas de celulose produzida por m³ de madeira é, provavelmente, o mais importante, juntamente com a produção volumétrica. Tal caráter depende da densidade básica da madeira (DB) e do rendimento de celulose (RC), sendo que este último depende dos teores de celulose, hemicelulose, lignina e extrativos.

A produtividade de celulose (PC) em kg/m³ é dada de forma generalizada por $PC = (DB * RC)/100$, em que DB é medida em kg/m³ e a RC é medida por

(peso seco de celulose/peso seco de madeira) x 100. Combinando-se a produção volumétrica com a produtividade de celulose, obtém-se o peso de celulose produzido por hectare e por ano (PCHA), em ton/ha/ano, através da fórmula $PCHA = (PC * IMA)/1000$, em que IMA refere-se ao incremento médio anual medido em m³/ha/ano.

A produtividade em volume das florestas plantadas de acácia está em torno de 30 a 40 m³/ha/ano, podendo ser considerada semelhante a dos eucaliptos, para uma mesma rotação de 7 anos. A produtividade de celulose também é semelhante ou até mesmo superior à encontrada para os eucaliptos. Segundo Balodis (1991), existem relatos de 275 kg de celulose Kraft por m³ de madeira para a *A. aulacocarpa*, e 330 kg/m³ para *A. auriculiformis*, enquanto a média dos eucaliptos tropicais está em torno de 250 kg/m³ (densidade da madeira equivalendo a cerca de 500 kg/m³ e rendimento de celulose equivalendo a cerca de 50%).

Uma classificação das principais características de polpação e de fabricação de papel associadas à produção de celulose em folhosas é apresentada na Tabela 1, com base em Balodis (1991).

TABELA 1. Classificação das principais características associadas à polpação e fabricação de papel via uso de espécies florestais folhosas (Balodis, 1991).

CARACTERÍSTICAS DE POLPAÇÃO (KAPPA número 20)	
Produtividade de celulose (kg/m³)	
> 300	Excelente
271 – 300	Muito Bom
231 – 270	Bom
191 – 230	Moderado
151 – 190	Baixo
≤ 150	Muito Baixo
Rendimento de celulose	
> 53%	Muito Bom
48,1 – 53%	Bom
43,1 – 48%	Moderado
< 43%	Baixo
Alcali Ativo (Na₂O)	
≤ 13%	Baixo
13,1 – 16%	Moderado
16,1 – 18%	Alto
> 18%	Muito Alto
CARACTERÍSTICAS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL (freeness > 250 Csf)	
Índice de Rasgo (milli Newtons.m²/g)	
> 12	Excelente
9,5 – 12	Muito Bom
7,0 – 9,4	Bom
4,5 – 6,9	Moderado
< 4,5	Baixo
Índice de Tração (Newtons.m/g)	
> 100	Excelente
81 – 100	Muito Bom
61 – 80	Bom
41 – 60	Moderado
< 40	Baixo

Algumas características associadas à produção de celulose e papel, para as principais espécies de acácia, são apresentadas respectivamente nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2. Valores de algumas características da madeira associadas à produção de celulose pelo processo Kraft, para algumas espécies de acácia.

Espécie	Idade (anos)	Densidade Básica (kg/m ³)	Rendimento de Celulose (%)	Número Kappa	Produtividade de celulose (kg/m ³)	Referência
<i>A.auriculiformis</i>	13	516	53,1	19,3	274	Clark et al., (1994)
	10	497	55,0	19,9	284	Clark et al., (1991)
<i>A. mangium</i>	9	420	52,3	21,0	220	Clark et al., (1994)
	9	483	48,0	18,5	232	Clark et al., (1991)
<i>A.aulocarpa</i>	12	598	55,4	19,3	331	Clark et al., (1991)
<i>A.crassicarpa</i>	10	638	47,2	20,3	301	Clark et al., (1991)
<i>A.mearnsii</i>	10	598	52,4	21,0	313	Guigan et al., (1991)
	10	590	52,8	20,1	312	Guigan et al., (1991)
	-	608	52,8	20,0	321	Guigan et al., (1991)
	13	595	52,8	20,8	313	Guigan et al., (1994)
<i>A.dealbata</i>	-	553	52,6	20,7	292	Guigan et al., (1994)
<i>A. decurrens</i>	9	457	55,9	18,7	255	Clark et al., (1994)
<i>A.melanoxylon</i>	-	487	52,2	20,5	254	Clark et al., (1994)
<i>A.silvestris</i>	-	551	53,3	20,3	294	Guigan et al., (1991)

TABELA 3. Valores de algumas características associadas à produção de papel, para algumas espécies de acácia.

Espécie	Beating (revs./PFI)	Freeness CSF	Bulk(cm ³ / g)	Índice de Rasgo (mM.m ² /g)	Índice de Tração (N.m/g)	Índice de Estouro (Kpa.m ² /g)	Alvura (%)	Opacidade (%)	Referências
	2000	262	1,41	11,3	111	7,7	79,7	-	1
	2000	341	1,23	7,8	114	8,6	79,2	-	1
	2000	368	1,51	9,2	89	5,7	81,3	73,1	1
	2000	330	1,50	9,0	76	4,5	69,4	76,0	1
	-	250	1,40	11,3	114	8,0	-	-	2
	-	250	1,19	7,4	125	9,3	-	-	2
	-	250	1,40	9,3	103	7,5	-	69,4	2
	-	250	1,40	8,8	84	5,6	-	73,0	2
	-	250	1,49	7,5	83	4,7	-	74,8	2
	-	250	1,42	10,4	78	5,6	-	69,1	2
	-	250	1,35	7,5	93	6,1	-	70,9	2
	-	250	1,37	7,2	99	6,5	-	70,9	2
	-	350	1,26	10,0	95	6,6	-	-	3

1. Clark et al. (1991), 2. Clark et al. (1994), 3. Logan (1987).

Dentre as espécies subtropicais de acácia, verifica-se que a acácia-negra (*A. mearnsii*) se destaca pela alta densidade da madeira (em torno de 600 kg/m³) e produtividade de celulose (em torno de 315 kg/m³), sobressaindo-se em relação às suas competidoras *A. dealbata*, *A. decurrens* e *A. silvestris* (Tabela 2).

Quanto às espécies tropicais, *A. aulacocarpa*, *A. crassicarpa* e *A. auriculiformis* destacam-se pela densidade da madeira e produtividade de celulose em relação à *A. mangium*, espécie mais plantada atualmente. Quanto ao rendimento, destacam-se *A. auriculiformis* e *A. aulacocarpa*, com valores em torno de 55% (Tabela 2).

Pelas propriedades apresentadas na Tabela 3, verifica-se que, de maneira geral, as polpas branqueadas de acácia são adequadas para a fabricação de papéis de escrita e impressão (P&W), e também Tissue. Para o mercado P&W as principais vantagens da polpa de acácia são opacidade, maciez, boa formação e baixa porosidade. Já para o mercado Tissue, a maciez merece destaque. Por outro lado, as polpas de acácia perdem para as de eucalipto em resistência à tração, requerendo intensa quantidade de energia de refino e afetando negativamente a drenagem e a velocidade das máquinas de papel. O baixo Bulk também é limitante, principalmente em comparação com a polpa de eucalipto (Soini, 1999). Estas limitações afetam especialmente o segmento de impressão e escrita.

Alguns comentários adicionais podem ser feitos sobre a madeira de acácia para produção de celulose: (i) determinadas espécies de acácia apresentam densidade básica da madeira maior do que a de outras folhosas de rápido crescimento empregadas nas condições tropicais, tais como *Eucalyptus* e *Gmelina* (Logan, 1987); (ii) as acácias propiciam altos rendimentos de celulose (>50%) com moderada quantidade de álcalis usados no processo (Logan, 1987); (iii) a recuperação de compostos químicos no processo de polpação pode ser mais fácil para acácia do que para eucaliptos (Guigan et al., 1991); (iv) *A. auriculiformis*, *A. aulacocarpa* e *A. mangium* propiciam qualidade de celulose similar à obtida a partir de eucaliptos de clima temperado, os quais são tidos como os melhores neste atributo (Clark et al., 1994); (v) o teor de lignina em *A. auriculiformis* é da ordem de 22% (Jesus et al., 1993a), o qual é comparável aos valores relatados para *E. globulus* e *E. smithii*.

Assim como no caso dos eucaliptos, melhorias adicionais nas características da madeira de acácia podem ser obtidas via melhoramento genético, através da seleção entre e dentro de populações, visto que tais espécies estão ainda em processo de domesticação e, portanto, apresentam elevada variabilidade genética a ser explorada. No entanto, para várias condições ambientais do Brasil, o eucalipto já se encontra completamente adaptado, principalmente no que se refere ao comportamento silvicultural (crescimento em volume, forma, resistência à pragas e doenças etc.). Um esforço adicional seria necessário, portanto, para colocar a acácia em condição semelhante.

3. Plantios com Fins Industriais em Vários Países

Dentre os principais países que cultivam comercialmente espécies do gênero *Acacia* citam-se: Indonésia, Malásia, Vietnã, China, Índia, Tailândia, África do Sul e Brasil. Descrições sobre áreas de plantios nestes e em outros países são apresentadas a seguir com base em Turnbull et al. (1998), Dunlop et al. (2000), Higa & Resende (1994) e Luyt et al. (1987).

Indonésia

Os plantios de acácia em larga escala na Indonésia iniciaram-se em 1986, através de apoio governamental, inicialmente com *A. mangium*. O projeto como um todo previa o estabelecimento de 2,3 milhões de ha até 2000 e 10,5 milhões de ha até 2030. A maioria destes plantios destinam-se à produção de celulose. O país possui 13 companhias e 23 projetos adicionais. A maioria das plantações são de *A. mangium*. Em 1996, 10 empresas haviam plantado 426.000 ha de *A. mangium*. A maior empresa (PT Musi Hutan Persada) havia plantado 165.000 ha de *A. mangium* e a segunda maior (PT Arara Abadi) havia plantado 10.000 ha de *A. mangium* e 4.400 ha de *A. crassicarpa* (Turnbull et al., 1998). No ano de 2001, relata-se uma área acima de 40.000 ha com *A. crassicarpa*, em áreas sujeitas à inundação na Ilha de Sumatra. Embora nestas áreas, a *A. crassicarpa* produza um menor IMA que *A. mangium* em áreas de sequeiro, aquela espécie apresenta densidade da madeira mais alta e rendimento de celulose similar, de forma que a produção de celulose por hectare permanece aceitável (Midgley, 2001).

A empresa PT Musi Hutan Persada (MHP) é uma junção da Companhia PT

Enim Musi Lestari (uma subsidiária do Grupo Barito Pacific) com a PT Inhutani V (uma empresa florestal governamental que atua no sul da ilha de Sumatra). A MHP tem um projeto de plantio equivalente a 193.500 ha com vistas à produção de 1,2 milhões de toneladas de celulose Kraft branqueada por ano, sendo que *A. mangium* ocupa 90% da área total e o restante é ocupado principalmente por *Eucalyptus urophylla* e seringueira (*Hevea brasiliensis*) (Hardiyanto, 1998). A área total plantada com diferentes espécies de acácia na Indonésia atualmente é de cerca de 640.000 ha.

Malásia

A Malásia possui, aproximadamente, 100.000 ha de plantios com *A. mangium*, sendo 50.000 ha na Malásia Peninsular e 50.000 ha em Sabah, para a produção de celulose. Em Sarawak existem pequenas áreas de plantio mas existem planos para uma grande expansão dos plantios para a produção de celulose. Também existe grande interesse no uso do híbrido *A. mangium* x *A. auriculiformis* (Turnbull et al., 1998).

Em Sabah, o estado (ilha) mais a leste da Malásia, as três principais agências que desenvolvem plantios em larga escala de acácia são: SAFODA, SSSB e SFI. O maior interesse industrial pelas acácias tropicais surgiu a partir de 1966 com a introdução da *A. mangium* em Sabah. A área total plantada com acácias neste país é de 180.000 ha.

Vietnã

Após 1960, várias espécies de acácias foram introduzidas no Vietnã. Destas, a *A. auriculiformis*, *A. mangium* e *A. crassicaarpa* foram identificadas como espécies aptas para plantios no país, mas apenas a *A. auriculiformis* foi amplamente utilizada, principalmente nas penínsulas do Sul. Entre 1986 e 1992 foram estabelecidos 43.000 ha de plantios com *A. auriculiformis* e 23.000 ha com *A. mangium*, visando, principalmente, a produção de celulose. A área total plantada atualmente, considerando todas as espécies do gênero, é de aproximadamente 127.000 ha.

Após 1997, existia a previsão de plantio anual de acácias na taxa de 10.000 a 15.000 ha, inclusive com a utilização de clones híbridos *A. auriculiformis* x *A. mangium*, os quais apresentam crescimento superior e excelentes características da madeira em relação às duas principais espécies cultivadas (Turnbull et al., 1998).

China

Cerca de 200.000 ha de plantações de acácia foram estabelecidas na China, principalmente com *A. mearnsii*, *A. mangium*, *A. auriculiformis* e *A. crassicarpa*. A área com *A. mangium* vem se expandindo rapidamente, atingindo 120.000 ha. A área de plantio com *A. mearnsii* é superior a 10.000 ha. A *A. crassicarpa* é plantada em pequena escala e a *A. aulacocarpa* é uma espécie potencial (Turnbull et al., 1998).

Índia

A *A. auriculiformis* é cultivada na Índia em variadas condições climáticas, desde áreas costeiras até regiões de elevada altitude e com precipitação anual variando de 500 a 7000 mm. Esta é a principal espécie utilizada para reflorestamento nos estados do sul da Índia e é plantada em Karnataka por indústrias de celulose e papel. Atualmente as plantações de acácia na Índia somam 6,4 milhões de ha, sendo que apenas cerca de 15% deste total se destina a fins industriais. O restante é utilizado principalmente como forragem na alimentação animal, na extração de tanino e também na produção de madeira sólida.

Filipinas

Neste país, a empresa BFI possui área de plantio de cerca de 21.000 ha, dos quais 50% são constituídos por *A. aulacocarpa*, *A. auriculiformis* e *A. mangium*. Outras significativas plantações de acácia pertencem a Provident Tree Farm Inc. em Mindanao e Mindoro e a Paper Industries Corporation em Mindanao. A área total estimada com plantios de acácia nas Filipinas em 1997 era de 45.000 ha (Turnbull et al., 1998).

Tailândia

Em 2000, a área total de plantio com acácia na Tailândia atingiu 148.000 ha (FAO, 2001). A *A. auriculiformis* tem sido utilizada com grande sucesso, e existem projetos para plantações de *A. mangium* no nordeste do país. A empresa Asia Tech tem promovido o plantio de cerca de 32.000 ha com *A. mangium* (Turnbull et al., 1998).

Já existe no país, sementes melhoradas de *A. auriculiformis*, as quais estão sendo utilizadas para estabelecimento de novos plantios. Também híbridos de *A. auriculiformis* x *A. mangium* tem sido desenvolvidos.

África do Sul

A África do Sul foi o primeiro país do mundo a cultivar e melhorar uma espécie de *Acacia*. Neste país, foi fundado em 1947 o Wattle Research Institute em Pietermaritzburg, Província de Natal, destinado à pesquisa com a acácia-negra. O cultivo de *A. mearnsii* sempre objetivou o uso da casca para extração de tanino. Entretanto, mais recentemente, ênfase vem sendo dada ao seu cultivo com vistas ao uso da madeira na indústria de celulose.

A área de plantio na África do Sul, atingiu cerca de 300.000 ha em 1960. Atualmente, a área plantada situa-se ao redor de 130.000 ha, sendo este decréscimo causado pela retração do mercado de tanino. Apesar disto, o plantio de acácia-negra constituiu a mais rentável cultura florestal no país.

Na última década, por ser fonte de fibras de alta qualidade, a madeira de acácia negra ganhou importância local e internacional, na fabricação de celulose. A África do Sul produz atualmente cerca de 1 milhão de toneladas de madeira de acácia por ano, sendo a maioria utilizada para a produção de celulose. Deste total, aproximadamente 160.000 toneladas de madeira seca são processadas pela indústria Sappi e 817.000 toneladas de madeira seca são exportadas pela Silvacel e CTC para indústrias de celulose Kraft no Japão (Dunlop et al. 2000).

Brasil

No Brasil, praticamente somente a *A. mearnsii* é cultivada comercialmente. A área total de plantio equivale a cerca de 200.000 ha (Higa & Resende, 1994) no Rio Grande do Sul, e é praticada pelas empresas Tanac, Seta e por cerca de 160.000 minifundiários (Resende et al., 1991). Assim como na África do Sul, a ênfase dos plantios sempre foi a produção de tanino mas, atualmente, a produção de madeira tem sido mais rentável, sendo quase em sua totalidade exportada para indústrias de celulose no Japão.

As espécies *A. mangium* (Ferreira et al., 1990; Yared et al., 1990; Jesus et al., 1993b; Silva et al., 1996) e *A. auriculiformis* (Jesus et al., 1993a) tem sido avaliadas experimentalmente no Brasil, com resultados promissores, principalmente no Vale do Rio Doce e Litoral do Espírito Santo.

Venezuela

Um outro país produtor de celulose na América do Sul e que tem avaliado experimentalmente a *A. mangium* é a Venezuela. Stock & Rosales (2000), avaliaram oito procedências desta espécie na Venezuela (em áreas da Smurfit Cartón de Venezuela) e concluíram que existe um grande potencial para a utilização comercial da acácia.

4. Espécies Principais: Produtividade, Genética e Melhoramento

4.1. Espécies tropicais

Acacia mangium

A *A. mangium* ocorre naturalmente na região nordeste da Austrália, em Papua Nova Guiné e na Indonésia (nas ilhas de Java, Molucas e Nova Guiné), em altitudes de 0 a 800 m e entre as latitudes de 1 a 19°S (Gunn & Midgley, 1991). As regiões de ocorrência natural apresentam climas úmidos e quentes, com temperatura média anual de 19°C, temperatura média máxima de 32°C e precipitação média anual variando entre 1.500 mm e 3.000 mm, bem distribuídos.

A espécie hibridiza-se naturalmente com *A. auriculiformis* e *A. aulacocarpa*. Alguns valores de produtividade volumétrica relatados em literatura são: 46 m³/ha/ano na Malásia aos 9 anos de idade (NAS, 1983); 43 m³/ha/ano a 61 m³/ha/ano para as melhores procedências em Belo Oriente-MG aos 5,2 anos, município com precipitação anual de 1.200 mm e estação seca de 3 meses (Silva et al., 1996); 40 m³/ha/ano a 46 m³/ha/ano para as melhores procedências em Coronel Fabriciano-MG aos 5,2 anos, município com déficit hídrico de 30 a 90 mm anuais (Silva et al., 1996); 30 m³/ha/ano em Sabah na

Malásia (Liang, 1987); 33 m³/ha/ano aos 4,5 anos no Alto Tapajós (Yared et al., 1990); 30 m³/ha/ano aos 8 anos em Linhares-ES, local com 1.300 mm de precipitação anual (Jesus et al., 1993b).

Dentre as 16 procedências avaliadas por Silva et al. (1996) em dois locais, destacaram-se a de Oriomo River (Papua Nova Guiné), Broken Pole Creek (Queensland-Austrália) e Claudie River (Queensland-Austrália). Também, Abergonrie SF (Queensland-Austrália) e Mission Beach (Queensland-Austrália) apresentaram excelente produtividade em um dos locais, não sendo avaliadas no outro. A procedência Broken Pole Creek foi a que apresentou maior crescimento no Alto Tapajós (Yared et al., 1990). É importante relatar que estas melhores procedências não foram avaliadas em Linhares-ES, por Jesus et al. (1993b). A procedência Oriomo River mostrou-se a melhor nos dois locais avaliados por Silva et al. (1996), chegando a produzir 5,5 vezes mais que a pior procedência. A superioridade desta procedência tem sido confirmada também em outros estudos (Gunn & Midgley, 1991).

Apesar desta grande variabilidade entre procedências, a qual tem grande importância prática, estudos realizados com isoenzimas (Moran et al., 1989) tem revelado uma baixa variabilidade genética na espécie, fato que parece contraditório. O programa de melhoramento da *A. mangium* em Sabah iniciou-se em 1980, com a introdução de novas procedências. Originalmente, apenas uma família de meios-irmãos foi introduzida em 1966 e seus descendentes utilizados por várias gerações, fato que causou um declínio de produtividade com as gerações de plantio. Atualmente, além das novas populações, híbridos de *A. mangium* x *A. auriculiformis* tem sido utilizadas.

Acacia auriculiformis

A *A. auriculiformis* é nativa do Sul de Papua Nova Guiné, Norte da Austrália (nos estados de Queensland e Território Norte) e da Indonésia (em Irian Jaya na Ilha de Nova Guiné e no grupo das ilhas Kai). A amplitude latitudinal varia de 8 a 16°S e a altitude varia de 0 a 800 m, sendo predominante a ocorrência em regiões abaixo de 100 m (Gunn e Midgley, 1991).

É encontrada em diversos tipos de solo, tolerando ampla faixa de pH e níveis de fertilidade, podendo sobressair-se em condições em que o *Eucalyptus* e outras espécies não crescem. É uma espécie altamente tolerante à salinidade.

Na natureza, a espécie apresenta grande variação, apresentando plantas com um único fuste e excelente forma até plantas com vários fustes tortuosos.

Alguns valores de produtividade e qualidade da madeira relatados em literatura são 33 m³/ha/ano a 40 m³/ha/ano aos 5,5 anos, densidade básica da madeira de 550 kg/ m³, 22% de lignina e 68% de holocelulose, em Linhares-ES (Jesus et al., 1993a). As procedências de Papua Nova Guiné têm apresentado maior crescimento do que as procedências do Território Norte (Austrália) e da Tailândia, sendo que as procedências de Queensland apresentam desenvolvimento intermediário (Harwood et al., 1991). É importante relatar que procedências de Papua Nova Guiné não foram avaliados por Jesus et al. (1993a).

Um defeito apontado para *A. auriculiformis* refere-se à forma defeituosa. A *A. mangium*, por seu turno, possui melhor forma mas apresenta outros caracteres indesejáveis, como galhos grandes e densidade mais baixa, além de apresentar maior exigência em água. *A. auriculiformis* é adaptada a ambientes mais secos, mas desenvolve-se bem também em ambientes úmidos. Esta espécie hibridiza-se naturalmente com *A. mangium*. Estes híbridos têm apresentado valores intermediários para densidade da madeira e heterose para crescimento e para produtividade de celulose. Adicionalmente, este híbrido tem apresentado melhor forma que *A. auriculiformis*.

A densidade da madeira de *A. auriculiformis* é similar à de *A. mearnsii* e *A. aulacocarpa* e superior à de *A. mangium* e *A. crassicaarpa* (Liang e Gan, 1991). Programas de melhoramento para *A. auriculiformis* vêm sendo conduzidos, principalmente na Tailândia (Pinyopusarerk, 1987) e Vietnã (Kha et al., 1998).

Acacia crassicaarpa

Esta espécie ocorre no norte da Austrália (em Queensland), no oeste e ao sul de Papua Nova Guiné e ao sul da Indonésia (sul de Irian Jaya). A amplitude latitudinal é 8-20°S, em altitudes variando de 0 a 200 m. Em condições naturais a espécie tolera condições mais adversas que *A. mangium*, *A. auriculiformis* e *A. aulacocarpa*, se adaptando em solos com difícil drenagem e também em ambientes mais áridos. O fuste é freqüentemente reto com grandes copas abertas e muitos ramos. *A. crassicaarpa* é taxonomicamente próxima a *A. aulacocarpa* com a qual forma híbridos naturais (entretanto, a distribuição natural de *A. crassicaarpa* é mais restrita que a de *A. aulacocarpa*).

Resultados de testes de procedências tem revelado uma superioridade das populações de Papua Nova Guiné, destacando-se Mata, Oriomo River e Woroï Wipin (Minguan & Yutian, 1991). Também ao Sul da Sumatra na Indonésia, a procedências de Papua Nova Guiné foram superiores (Nirsatmanto, 1998), o mesmo acontecendo no Vietnã (Nghia e Kha, 1998). No Brasil, uma procedência australiana produziu 34 m³/ha/ano de madeira aos 8 anos, em Linhares-ES (Jesus et al., 1993b).

Existem cerca de 40.000 ha cultivados com *A. crassicarpa* na Indonésia (Midgley, 2001). Programas de melhoramento desta espécie vem sendo conduzidos neste país e na China (Minguan & Yutian, 1991, Nirsatmanto, 1998). Existem pomares de sementes estabelecidos também no Vietnã e nas Filipinas. Estimativas da herdabilidade individual no sentido restrito para altura variaram de 0,06 a 0,13 para altura e de 0,03 a 0,11 para diâmetro aos 16 meses (Nirsatmanto, 1998).

Acacia aulacocarpa

A. aulacocarpa tem a mais ampla distribuição dentre as 4 espécies de acácia tropicais apresentadas neste trabalho, com amplitude latitudinal variando de 6-30°S e amplitude altitudinal variando de 0 a 1.000 m. Ocorre na Austrália (nos territórios Oeste, Norte, Queensland e New South Wales), em Papua Nova Guiné e Indonésia (Gunn e Midgley, 1991). Pode hibridizar-se naturalmente com *A. mangium*, *A. auriculiformis* e *A. crassicarpa*.

Resultados de testes de procedências tem revelado superioridade das populações de Papua Nova Guiné, destacando-se Keru e Oriomo River, tanto em crescimento quanto em forma (Minguan & Yutian, 1991). Também Nghia e Kha (1998) relatam a superioridade da procedência Keru, e, Luangviriyasaeng et al. (1998) confirmam a superioridade de procedências distribuídas ao longo do rio Oriomo. Estes últimos autores relatam também que a maioria das árvores apresentaram tronco único e boa forma. Todos estes resultados concordam também com os relatos de Yutian & Minguan (1994).

Atualmente, *A. aulacocarpa* vem sendo utilizada para plantios em larga escala nas Filipinas, devido à sua melhor forma em relação a *A. mangium* e outras acácias (Arnold et al., 1998). Também em Queensland na Austrália, esta

espécie vem sendo preferida para plantios devido ao maior valor da madeira e maior resistência ao vento que a *A. mangium* (Nikles et al., 1998).

Programas de melhoramento vem sendo conduzidos na Austrália, Tailândia e Malásia (Sabah).

4.2. Espécies subtropicais

Acacia mearnsii

Esta é a única espécie de acácia cultivada comercialmente (cerca de 200.000 ha) no Brasil. *A. mearnsii* ocorre na Austrália, nos estados de New South Wales (NSW), Victoria (VIC), South Australia e Tasmânia entre as latitudes de 33°43'S a 42°58'S e em altitudes variando de 0 a 1.050 m (Yulin et al., 1994). A espécie é predominantemente alógama, assim como as demais do gênero.

Considerável variação entre procedências existe nesta espécie. Dentre as melhores procedências avaliadas na China destacam-se Batemans Bay (NSW), Blackhill Reserve (VIC), Braidwood (NSW), Gippsland (VIC), Cann (VIC) e Brasil (Yulin et al., 1994). No Brasil, dentre seis procedências avaliadas, as melhores em crescimento e sobrevivência foram Brasil, Batemans Bay e Bega (Resende et al., 1992). Quanto ao caráter teor de tanino na casca, as melhores procedências parecem ser de Victoria (Gippsland e Blackhill), África do Sul, Brasil e China, as quais apresentam entre 40% e 41% de tanino (Jiyuan et al., 1994).

Programas de melhoramento genético da acácia-negra tem sido conduzidos na África do Sul, Brasil e China. Na África do Sul, o programa de melhoramento vem sendo conduzido desde 1950 no Wattle Research Institute (hoje ICFR), caracterizando-se como um dos primeiros programas de melhoramento florestal ao nível mundial. Por volta de 1966 vários testes de progênies de meios irmãos e de irmãos germanos já haviam sido conduzidos e por volta de 1974 os pomares de sementes de terceira geração foram implantados. As primeiras estimativas de herdabilidade em acácia foram obtidas também por volta de 1966, pelo método da regressão pais-filhos. As estimativas da herdabilidade individual no sentido restrito foram 0,2 para diâmetro do fuste e para espessura de casca e 0,60 para teor de tanino na casca (Wright, 1976).

No Brasil, as primeiras estimativas de herdabilidade foram obtidas por meio da correlação intraclasses entre meios irmãos em 1991. As seguintes estimativas

foram obtidas para a herdabilidade individual no sentido restrito: (i) 0,08 para altura, 0,11 para diâmetro, 0,05 para sobrevivência, 0,76 para teor de tanino na casca e 0,57 para a relação tanantes/não tanantes na população local do Rio Grande do Sul (Resende et al., 1991); (ii) 0,27 e 0,34 para altura, 0,31 e 0,37 para diâmetro, 0,19 e 0,14 para sobrevivência em dois locais no Rio Grande do Sul, em populações australianas (Resende et al., 1992); (iii) 0,05 para resistência à gomose em população local do Rio Grande do Sul, sem inoculação (Resende et al. (1993a); (iv) 0,04 para resistência ao inseto serrador em população local do Rio Grande do Sul, sem inoculação (Resende et al., 1993b); (v) 0,30 para diâmetro do fuste em populações australianas (Resende et al., 1998). Com base no material genético local instalou-se uma área de produção de sementes e os plantios estabelecidos com este material genético melhorado têm apresentado 10-15% de ganho realizado em produção volumétrica. Foram também estabelecidos pomares de sementes por mudas, a partir da população local e também das novas procedências australianas introduzidas (Mora et al., 2001).

Na China, a partir de testes de progênie/procedência, as seguintes estimativas de herdabilidade individual foram obtidas: 0,30 e 0,38 para altura, e 0,29 e 0,37 para diâmetro, em populações australianas (Bi et al., 1991).

Acacia dealbata

A *A. dealbata* ocorre no sudeste da Austrália nos estados de New South Wales, Victoria e Tasmânia, sendo amplamente distribuída na Tasmânia. A amplitude latitudinal de ocorrência equivale a 29°S a 43°S, em altitudes entre 350 e 1.000 m.

Esta espécie apresenta excelente qualidade de polpação e é uma das espécies temperadas mais resistentes à geada. Considerável variação tem sido encontrada entre procedências e entre famílias, destacando-se as populações de Bamback e Branches Creek, ambas da Tasmânia. Os maiores crescimentos da espécie na Austrália tem atingido 23 m³/ha/ano. Não existem plantios comerciais em larga escala com esta espécie (Nielsen et al., 1998).

Acacia melanoxylon

A *A. melanoxylon* ocorre no sudeste (NSW, Victoria e Tasmânia) e norte (Queensland) da Austrália, em altitudes de 0 a 1.000 m, sendo mais comum em áreas frescas e úmidas, com baixa intensidade de geadas e precipitação anual moderada a alta (aproximadamente 1.500 mm).

Esta espécie é excelente para movelaria. Existem várias indústrias na Tasmânia que utilizam sua madeira, sendo que existem 800 ha de plantios comerciais. Tem sido cultivada em várias partes do mundo. Existem diferenças significativas entre procedências de *A. melanoxyton* (Neilsen et al., 1998). Em estudo sobre diversidade genética em nove espécies de acácia, usando isoenzimas, Moran et al. (1989) verificaram que *A. melanoxyton* é a espécie mais variável, seguida por *A. mearnsii*, enquanto *A. mangium* mostrou-se a menos variável. Playford et al. (1993) demonstraram que existe grande diferenciação genética entre as populações do sudeste e nordeste da Austrália.

Acacia decurrens

A *A. decurrens* ocorre apenas em New South Wales, Austrália, entre as latitudes de 33°S e 37°S e em altitudes entre 100 e 700 m. Esta espécie, embora apresente boa qualidade de polpação, não é muito cultivada. Possui baixo teor de tanino.

Acacia silvestris

A. silvestris ocorre nos estados de New South Wales e Victoria, entre as latitudes de 35°S e 38°S, em altitudes entre 30 e 300 m. Possui qualidade da madeira semelhante à *A. decurrens*.

5. Considerações Finais

Os principais gêneros florestais cultivados no mundo são: *Pinus* (37,4 milhões ha), *Eucalyptus* (17,9 milhões ha), *Acacia* (8,3 milhões ha), *Hevea* (seringueira) (9,9 milhões ha) e *Tectona* (teca) (5,7 milhões ha) - (FAO, 2001). Estes dados reforçam a importância dos gêneros *Eucalyptus* e *Acacia* no setor florestal mundial, especialmente em se tratando de áreas tropicais e subtropicais. Somente na Ásia, as áreas de plantio com acácias somam 7,922 milhões de ha, indicando que a utilização industrial da acácia na parte tropical deste continente encontra-se plenamente estabelecida.

Apesar do grande potencial deste gênero (produtividade de celulose de boa qualidade, fixação de nitrogênio, adaptação a solos marginais etc.), a utilização industrial de acácias tropicais no Brasil, demanda ainda pesquisas

básicas nas áreas de melhoramento genético, silvicultura e processamento industrial, a exemplo do que foi feito com o eucalipto. Na área de melhoramento genético, os resultados obtidos ao nível mundial tem indicado a grande importância da avaliação e seleção de espécies e procedências adequadas às diferentes condições ambientais e com características desejáveis tais quais: presença de caule único, forma menos tortuosa, densidade mais alta. Portanto, é necessário adquirir experiência com acácias tropicais no Brasil e, sobretudo, comparar os seus rendimentos industriais com aqueles propiciados pelos eucaliptos.

6. Referências Bibliográficas

- ARNOLD, R. J.; GONZALES, A.; ABARQUEZ, A. Domestication of exotic *Acacia* species in Bukidnon Province, Philippines In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. ***Recent developments in acacia planting***. Canberra: ACIAR, 1998. p. 136-142. (ACIAR. Proceedings, 82).
- BALODIS, V. Planning of pulpwood production from plantations. In: TURNBULL, J.W. ***Advances in tropical acacia research***. Canberra: ACIAR, 1991. p. 132-137. (ACIAR. Proceedings, 35).
- BARNES, R. D. The African Acacias: a thorny subject. In: FOREST GENETICS FOR THE NEXT MILLENNIUM, 2000, Durban. ***Proceedings...*** Durban: IUFRO / ICFR, 2000. p. 9-15. IUFRO Working Party 2.08.01: Tropical Species Breeding and Genetic Resources.
- BI, G. C.; YUAN, L. J.; WILLIAMS, E. R. Performance of *Acacia mearnsii* provenances / progeny in Southern China. In: TURNBULL, J. W. ***Advances in tropical acacia research***. Canberra: ACIAR, 1991. p. 215-218. (ACIAR. Proceedings, 35).
- CLARK, N. B.; BALODIS, V.; GUIGAN, F.; JINGXIA, W. Pulping properties of tropical acacias. In: TURNBULL, J.W. ***Advances in tropical acacia research***. Canberra: ACIAR, 1991. p. 138-144. (ACIAR. Proceedings, 35).
- CLARK, N. B.; BALODIS, V.; GUIGAN, F.; JINGXIA, W. Pulpwood potential of Acacias. In: BROWN, A.G. ***Australian tree species research in China***. Canberra: ACIAR, 1994. p. 196-202. (ACIAR. Proceedings, 48).

DUNLOP, R. W.; GOODRICKE, T. G.; CLARKE, C. R. E. Open-pollinated family variation in growth, wood and dissolving pulp properties of *Acacia mearnsii*. In: FOREST GENETICS FOR THE NEXT MILLENNIUM, 2000, Durban.

Proceedings... Durban: IUFRO / ICFR, 2000. p.103 -106. IUFRO Working Party 2.08.01: Tropical Species Breeding and Genetic Resources.

FAO. **World forest plantations**. Roma, 2001. Disponível em www.fao.org. Acesso em 2001.

FERREIRA, C. A.; SILVA, F. P.; SILVA, M. D. D.; YARED, J. A. G.; CAPITANI, L. R.; SUITER FILHO, W. *Acacia mangium*: uma opção para reflorestamento? In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. p. 564-568.

GUIGAN, F.; BALODIS, V.; JINGXIA, W.; CLARK, N. B. Kraft pulping properties of *Acacia mearnsii* and *A. silvestris*. In: TURNBULL, J.W. **Advances in tropical acacia research**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 145-150. (ACIAR. Proceedings, 35).

GUIGAN, F.; JINGXIA, W.; GUANGLIANG, L. Kraft pulping properties of plantation-grown *Acacia mearnsii* from Zhangzhou. In: BROWN, A. G. **Australian tree species research in China**. Canberra: ACIAR, 1994. p. 214-217. (ACIAR. Proceedings, 48).

GUNN, B. V.; MIDGLEY, S. J. Exploring and accessing the genetic resources of four selected tropical acacias. In: TURNBULL, J. W. **Advances in tropical acacia research**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 57-63. (ACIAR. Proceedings, 35).

HAINES, M. W.; MCKINNELL, F. H.; MARCAR, N. E.; TURNBULL, J. W. Recommendations for research into tropical Acacias. In: TURNBULL, J. W. **Advances in tropical acacia research**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 8-12. (ACIAR. Proceedings, 35).

HARDIYANTO, E. B. Approaches to breeding acacias for growth and form: the experience at Barito Pacifico Group. In: TURNBULL, H. R.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. (Ed.). **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 178-183.

- HARWOOD, C. E.; MATHESON, A. C.; GARORO, N.; HAINES, M. W. Seed orchards of *Acacia auriculiformis* at Melville Island, Northern Territory, Australia. In: TURNBULL, J. W. **Advances in tropical acacia research**. Canberra: 1991. p. 87-91. (ACIAR. Proceedings, 35).
- HIGA, A. R.; RESENDE, M. D. V. de. Breeding *Acacia mearnsii* in southern Brazil. In: BROWN, A. G. **Australian tree species research in China**. Canberra: ACIAR, 1994. p. 158-160. (ACIAR. Proceedings, 48).
- JESUS, R. M.; DARIO, F. R.; DIAZ, M. P. Espaçamento em *Acacia auriculiformis*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993. Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS, 1993a. p. 286-288.
- JESUS, R. M.; DARIO, F. R.; DIAZ, M. P. Introdução de espécies/procedências de *Acacia*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993. Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS, 1993b. p. 137-139.
- JIYUAN, L.; CHUANBI, G.; FANGJI, Z.; HUADONG, R. Bark quality of *Acacia mearnsii* provenances from different geographic origins growing in south China. In: BROWN, A. G. **Australian tree species research in China**. Canberra: ACIAR, 1994. p. 203-213. (ACIAR. Proceedings, 48).
- KHA, L. D.; HAI, N. D.; VINH, H. Q. Clonal tests and propagation options for natural hybrids between *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*. In: TURNBULL, H. R.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. (Ed.) **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 203-210.
- LIANG, S. B. Research on *Acacia mangium* in Sabah: a review. In: TURNBULL, J. W. **Australian acacias in developing countries**. Canberra: ACIAR, 1987. p. 164-166. (ACIAR. Proceedings, 16).
- LIANG, S. B.; GAN, E. Performance of *Acacia* species on four sites of Sabah Forest Industries. In: TURNBULL, J. W. **Advances in tropical acacia research**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 159-165. (ACIAR. Proceedings, 35).
- LOGAN, A. F. Australian acacias for pulpwood. In: TURNBULL, J. W. **Australian acacias in developing countries**. Canberra: ACIAR, 1987. p. 89-94. (ACIAR. Proceedings, 16).

LUANGVIRIYASAENG, V.; PINYOPUSARERK, K.; THAINGAN, R. Variation in growth traits of a six-year *Acacia aulacocarpa* progeny trial in Thailand. In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 173-177. (ACIAR. Proceedings, 82).

LUYT, I. E.; MULLIN, L. J.; GUAZE, D. P. Black wattle (*Acacia mearnsii*) in Zimbabwe. In: TURNBULL, J. W. **Australian acacias in developing countries**. Canberra: ACIAR, 1987. p. 128-131. (ACIAR. Proceedings, 16).

MASLIN, B. R.; McDONALD, M. W. **A key to useful Australian acacias for the seasonally dry tropics**. Canberra: CSIRO, 1996. 80 p.

MIDGLEY, S. **Acacia crassicarpa** a tree in domestication fast lane. Disponível em <www.ffp.csiro.au/tigr/atrnews/atrnews6.htm>. Acesso em 2 jun. 2001.

MINQUAN, Y.; YUTIAN, Z. Results from a four-year-old tropical *Acacia* species/provenance trial on Hainan Island, China. In: TURNBULL, J. W. **Advances in tropical acacia research**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 170-172. (ACIAR. Proceedings, 35).

MORA, A. L.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SIMON, A. A. Melhoramento genético para a produção de tanino no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMÁCEAS NO BRASIL, 2001, Curitiba. **Memórias...** Colombo: Embrapa Florestas, 2001. (Embrapa Florestas. Documentos, 62). p. 143-154. Coordenação de Marcos Deon Vilela de Resende.

MORAN, G. F.; MUONA, O.; BELL, J. C. *Acacia mangium*: a tropical forest tree of the coastal lowlands with low genetic diversity. **Evolution**, v. 43, p. 231-235, 1989.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Mangium and others acacias of humid tropics**. Washington: National Academic Press, 1983. 46 p.

NEILSEN, W. A.; KUBE, P. D.; ELLIOTT, H. J. Prospects for commercial plantations of *Acacia melanoxylon* and *A. dealbata* in Tasmania. In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 94-101. (ACIAR. Proceedings, 82).

NGHIA, N. H.; KHA, L. D. Selection of *Acacia* species and provenances for planting in Vietnam. In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 130-135. (ACIAR. Proceedings, 82).

NIKLES, D. G.; HARWOOD, C. E.; ROBSON, K. J.; PORNSOY, P. C.; KEENAN, R. J. Management and use of ex situ genetic resources of some tropical *Acacia* species in Queensland. In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 184-196. (ACIAR. Proceedings, 82).

NIRSATMANTO, A. Growth and performance of *Acacia crassicarpa* seedling seed orchard in South Sumatra, Indonésia. In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 359-362. (ACIAR. Proceedings, 82).

PINYOPUSARERK, K. Improving *Acacia auriculiformis* through selection breeding in Thailand. In: TURNBULL, J. W. **Australian acacias in developing countries**. Canberra: ACIAR, 1987. p. 147-148. (ACIAR. Proceedings, 16).

PLAYFORD, J.; BELL, J. C.; MORAN, G. F. A major disjunction in genetic diversity over the geographic range of *Acacia melanoxylon*. **Australian Journal of Botany**, v. 41, p. 355-368, 1993.

RESENDE, M. D. V de; SOUZA, S. M. de; HIGA, A. R.; STEIN, P. P. Estudos da variação genética e métodos de seleção em testes de progênies de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 22/23, p. 45-59, jan./dez. 1991.

RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R.; HELLER, J. B; STEIN, P. P. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedência e progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 24/25. p. 55-65, 1992.

RESENDE, M. D. V. de; MORA, A. L.; HIGA, A. R.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Efeito do tamanho amostral na estimativa da herdabilidade em espécies perenes. **Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 51-63, 1998.

RESENDE, M.D.V. de; HELLER, J. B. Análise binominal da resistência genética a gomose em acácia-negra. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, supl., p. 369, 1993a.

RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R.; HELLER, J. B. Análise quantitativa da resistência genética ao serrador em acácia-negra. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, supl., p. 369, 1993.

SILVA, F. P.; BORGES, R. C. G.; PIRES, I. E. Avaliação de procedências de *Acacia mangium* aos 63 meses de idade no Vale do Rio Doce. **Revista Árvore**, v. 20, n. 3, p. 299-308, 1996.

SOINI, P. Refining experiences with *Acacia mangium*. In: INTERNATIONAL REFINING CONFERENCE, 5., 1999, Vienna. **Proceedings**. [S.l.: s.n.], 1999. p. 1-9.

STOCK, J.; ROSALES, L. Potential of *Acacia mangium* for the establishment of plantations in the western planes of Venezuela. In: FOREST GENETICS FOR THE NEXT MILLENNIUM, 2000, Durban. **Proceedings...** Durban: IUFRO / ICFR, 2000. p. 255. IUFRO Working Party 2.08.01: Tropical Species Breeding and Genetic Resources.

TURNBULL, J. W.; MIDGLEY, S. J.; COSSALTER, C. Tropical acacias planted in Asia: an overview. In: TURNBULL, J. W.; CROMPTON, H. R.; PINYOPUSARERK, K. **Recent developments in acacia planting**. Canberra: ACIAR, 1998. p. 14-28. (ACIAR. Proceedings, 82).

WRIGHT, J. W. **Introduction to forest genetics**. New York: Academic Press, 1976. 463 p.

YARED, J. A. G.; VIANA, R. M.; KANASHIRO, M. **Ensaio de procedências de *Acacia mangium* no planalto do Tapajós, Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 19 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 107).

YULIN, F.; CHUANBI, G.; FANGJI, Z.; HUADONG, R. Field evaluation and selection of *Acacia mearnsii* provenances. In: BROWN, A. G. **Australian tree species research in China**. Canberra: ACIAR, 1994. p. 149-157. (ACIAR. Proceedings, 48).

YUTIAN, Z.; MINQUAN, Y. Provenance trials of *Acacia aulacocarpa*. In: BROWN, A. G. **Australian tree species research in China**. Canberra: ACIAR, 1994. p. 180-184. (ACIAR. Proceedings, 48).