

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM PLANTIOS EXPERIMENTAIS NA AMAZÔNIA CENTRAL

Luiz Marcelo Brum Rossi
Cintia Rodrigues de Souza
Celso Paulo de Azevedo

Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM-010, km 29, 69011-970 – Manaus, AM, Brasil, (92) 621-0300, mbrossi@bigfoot.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar o desempenho de espécies florestais em plantios homogêneos experimentais na Amazônia Central. Foram testadas 15 espécies (incluindo nativas e exóticas) em parcelas com 81 plantas, sendo 49 mensuráveis. A altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) foram avaliados aos 6, 12, 18, 24, 38 e 48 meses de idade. As espécies que aos 48 meses apresentaram maior crescimento foram a *Acacia mangium* e o híbrido *Eucalyptus grandis* x *urophylla* clone 0321. Os incrementos médios anuais (IMA's) em volume foram de 34 e 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e os volumes médios atingiram, aos quatro anos de idade, 133 e 181 m³ ha⁻¹ para o *Eucalyptus* híbrido clone 0321 e a *Acacia mangium*, respectivamente. Entre as espécies nativas estudadas, o melhor desempenho foi obtido pelo paricá (*Schizolobium amazonicum*), cujo IMA foi de 32,5 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e o volume, 130 m³ ha⁻¹, aos quatro anos.

Palavras-chave: reflorestamento, espécies tropicais, avaliação de produção

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the growth of forest species in experimental plantations using abandoned areas in Amazonian region. Fifteen natives and exotics species were planted in plots with 81 (49 measurable) plants each. The total height and diameter at breast height (DBH) were evaluated at 6, 12, 18, 24, 38 and 48 months of age. The results, at four years, showed that the species with better performance were *Acacia mangium* and the hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* clone 0321. The mean annual increments (MAI) in volume reached 34 and 45 m³ ha⁻¹ yr⁻¹ and the average volumes, with 4 years of age, were 133 and 181 m³ ha⁻¹ for the *Eucalyptus* hybrid clone 0321 and *Acacia mangium*, respectively. Among the native species, the better performance was concerned to *Schizolobium amazonicum* that reached MAI of 32.5 m³ ha⁻¹ yr⁻¹ and total volume of 130 m³ ha⁻¹, at 4 years.

Keywords: reforestation, tropical species, yield assessment

INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2010 o consumo mundial de produtos florestais será de 1,87 x 10⁹ m³, com crescimento anual médio de 1,7% e é esperado que o suprimento oriundo de plantios aumente 25% em relação a 1996, até o ano 2010. A participação de madeira de plantios passará dos atuais ¼ para ⅓ da produção mundial (Whiteman & Brown, 1999). A Amazônia apresenta grande potencial para plantios florestais em áreas alteradas pelas atividades agrícolas e pecuárias. A

superfície desmatada na Amazônia Legal foi de 60,8 milhões de hectares até o ano de 2001 (INPE, 2002), representando aproximadamente 15% da área total da região. Outro fator que reforça a importância do reflorestamento é a crescente escassez de madeira das espécies mais utilizadas, como sumaúma (*Ceiba pentandra*), paricá (*Schizolobium amazonicum*) e virola (*Virola surinamensis*). Estas espécies respondem por mais de 50% do mercado de laminação, e atualmente são encontradas somente a longas distâncias, elevando os custos de exploração.

A utilização de áreas alteradas com plantações florestais promove redução do custo da matéria-prima devido à concentração das espécies nos plantios e devido à proximidade, na maioria das vezes, dos centros de processamento da madeira. Com a disponibilização de tecnologias para plantios em áreas alteradas, haverá a redução da pressão sobre a floresta tropical nativa da região, o aumento da produtividade dos plantios e o conseqüente aumento da renda para agricultores, pela comercialização de madeira e de sementes. Entretanto, na Amazônia ainda são poucos os plantios florestais comerciais, devido principalmente à falta de conhecimento científico sobre o comportamento das espécies florestais nativas e exóticas na região, além da baixa disponibilidade de sementes de boa qualidade.

A maior limitação é a seleção das espécies mais adequadas para as diferentes condições ecológicas da região, uma vez que a qualidade dessa recomendação depende de resultados experimentais em condições ambientais similares (Tilki & Fisher, 1998).

Os plantios de essências florestais representam uma alternativa eficiente para as áreas alteradas das regiões tropicais com precipitações elevadas, como é o caso da região amazônica. As plantações contribuem com o controle da erosão, conservação da umidade do solo e com a criação de microclima propício para o desenvolvimento de outras culturas. O conhecimento da adaptabilidade das espécies mais utilizadas pelo setor madeireiro e daquelas que são potenciais para uso futuro, nos diversos ecossistemas da região, será uma ferramenta de importância fundamental para a seleção de espécies para cada local, contribuindo assim para o sucesso da implantação de povoamentos florestais, seja em escala industrial ou em áreas de produtores rurais (Rossi *et al.*, 2000).

De acordo com Hagggar *et al.* (1998), a alta biodiversidade natural das espécies tropicais madeiráveis poderia possibilitar a produção de madeira sob uma grande variedade de condições e regimes de manejo na região tropical úmida. Entretanto, a silvicultura tropical se concentra em poucas e bem conhecidas espécies, como as pertencentes aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Estas espécies tradicionalmente utilizadas em reflorestamentos devem ser avaliadas juntamente com as espécies nativas a fim de testar sua adaptabilidade em plantios nos trópicos.

Alder (1999) comparou o crescimento volumétrico de cinco importantes espécies tropicais: *Cedrelinga catenaeformis*, *Parkia multijuga*, *Jacaranda copaia*, *Cordia alliodora* e *Schizolobium parahybum*. Os IMA's máximos em volume situaram-se ao redor de 23 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 15 anos para *Cedrelinga*, 16 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 15 anos para *Jacaranda*, 15 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 25 anos para *Parkia* e 8 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 10 anos para *Cordia*. Os incrementos do *Schizolobium* ficaram entre 10 e 20 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

No estudo de Hagggar *et al.* (1998), foi testada a adaptação de 14 espécies exóticas e 66 nativas durante seis anos em um experimento na Costa Rica. Duas espécies exóticas, *Gmelina arborea* e *Acacia mangium*, apresentaram as maiores

taxas de crescimento, mas ambas estiveram sujeitas a ataques de pragas que limitaram sua vida nos plantios. Cerca de dez espécies nativas mostraram potencial para utilização em plantações (pois apresentaram alto crescimento e boa forma), incluindo *Vochysia* spp., *Stryphnodendron excelsum* e *Terminalia amazonia*.

Kanashiro e Yared (1991) relataram a experiência de plantios florestais na Bacia Amazônica, baseados em resultados de pesquisas de campo e revisão de literatura. Em plantios de *Acacia mangium* de 4,5 anos de idade em Tapajós (PA), as melhores procedências alcançaram IMA's em volume superiores a $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. *Sclerolobium paniculatum* apresentou IMA's em DAP e altura superiores a $2,5 \text{ cm ano}^{-1}$ e $2,5 \text{ m ano}^{-1}$, respectivamente, na idade de dois anos. No caso de *Carapa guianensis*, os autores relataram IMA's em DAP variando entre 1,34 e 1,85 cm ano^{-1} , aos sete anos. Para as espécies de *Eucalyptus*, o *E. grandis* apresentou o melhor desempenho, com IMA em volume de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, *E. robusta* e *E. urophylla* apresentaram valores que variaram entre 20 e $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Os objetivos do presente trabalho foram quantificar a produção volumétrica de madeira e indicar as espécies nativas e exóticas com maior potencial de crescimento para plantios em áreas alteradas de terra firme na Amazônia Central.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho faz parte de um experimento em larga escala que envolveu 25 espécies florestais plantadas em 15 locais de cinco Estados da Amazônia brasileira, totalizando mais de 250 parcelas experimentais. As espécies testadas foram selecionadas com base nos critérios: rápido crescimento (informações empíricas), desenvolvimento adequado em condições de pleno sol e potencial utilização da madeira para energia, para serraria e para laminados.

A tabela 1 mostra as espécies empregadas no experimento, sua utilização principal e o espaçamento utilizado no plantio. O plantio em campo ocorreu em maio de 1998, após o preparo da área e adubação com 60 g de superfosfato triplo por planta. O espaçamento adotado foi de 3 x 4 m para espécies destinadas para serraria e de 3 x 2 m para as espécies potencialmente de crescimento mais rápido e com uso para energia ou produção de laminados. Em cada parcela foram plantadas 81 árvores (9 x 9 plantas) com bordadura de uma planta, totalizando 49 indivíduos de cada espécie mensuráveis. Os tratos culturais consistiram de capinas e coroamento das plantas duas vezes ao ano, a fim de minimizar a competição com as plantas invasoras. Não houve adubação adicional após o plantio.

A área de estudo localiza-se no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, no Município de Manaus, Amazonas. As coordenadas são 2°54'04" de latitude Sul e 59°58'41" de longitude Oeste. A altitude média é de 21 metros. Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático é o Ami, definido por uma estação menos chuvosa, porém com total pluviométrico anual elevado. A precipitação média é de 2.551 mm por ano e a temperatura média anual é de 25,9°C. O solo é do tipo Latossolo Amarelo, com baixos valores de pH e CTC conforme a análise química realizada (tabela 2).

As variáveis altura e diâmetro a altura do peito (DAP) foram avaliadas nas idades de 6, 12, 18, 24, 38 e 48 meses. O teste estatístico utilizado para a comparação dos valores médios das variáveis foi o de Tukey. Para as oito espécies com melhor crescimento foi ajustado o modelo matemático polinomial de produção

$Y = b_0 + b_1 I + b_2 I^2 + b_3 I^3$, onde Y é a produção volumétrica em $m^3 ha^{-1}$ e I é a idade do plantio em meses.

Tabela 1- Lista de espécies utilizadas, principais usos e espaçamento de plantio.

Espécie	Nome comum	Usos	Espaçamento (m)
<i>Acacia mangium</i>	acácia-mangium	celulose e energia	3 x 2
<i>Carapa guianensis</i>	andiroba	móveis e portas	3 x 4
<i>Dinizia excelsa</i>	angelim-pedra	móveis e construção	3 x 4
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>grandis</i>	eucalipto clone 0103	celulose e energia	3 x 2
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>grandis</i>	eucalipto clone 1341	celulose e energia	3 x 2
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>grandis</i>	eucalipto clone 1232	celulose e energia	3 x 2
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>grandis</i>	eucalipto clone 0321	celulose e energia	3 x 2
<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>grandis</i>	eucalipto clone 1270	celulose e energia	3 x 2
<i>Cordia goeldiana</i>	freijó-cinza	móveis e construção	3 x 4
<i>Cordia alliodora</i>	freijó-louro	móveis e construção	3 x 4
<i>Maquira coriacea</i>	muiratinga	laminados e construção	3 x 4
<i>Schizolobium amazonicum</i>	paricá	laminados	3 x 2
<i>Ceiba pentandra</i>	sumaúma	laminados	3 x 4
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	tachi-branco	energia	3 x 2
<i>Virola surinamensis</i>	ucuúba	laminados	3 x 4

Tabela 2 - Características químicas do solo em diferentes profundidades.

Prof. cm	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Na mg dm ⁻³	Ca mg dm ⁻³	Mg mg dm ⁻³	Al mg dm ⁻³	H + Al mg dm ⁻³	C g Kg ⁻¹	Mat. Orgânica g Kg ⁻¹
0-20	3,87	7	20	7	0,03	0,05	1,66	8,52	20,1	34,54
20-40	4,11	2	8	6	0,03	0,02	1,12	6,08	10,9	18,76
40-80	4,20	1	6	8	0,02	0,02	0,93	4,78	7,3	12,49

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos quatro anos as espécies apresentaram os valores de sobrevivência, DAP, altura (H), área basal (G), volume (Vol) e os incrementos médios anuais em DAP (IMA DAP), altura (IMA H), área basal (IMA G) e volume (IMA Vol) mostrados nas tabelas 3 e 4. As espécies muiratinga e freijó-louro tiveram alta mortalidade com valores maiores que 50% aos quatro anos, isto explica em parte os baixos valores volumétricos dessas espécies. As demais espécies alcançaram sobrevivência entre 90 e 100%. Com relação ao DAP e IMA DAP, os melhores valores, aos quatro anos, foram alcançados pelo paricá e pelos clones de *Eucalyptus* 1270, 0321 e 0103.

Aos quatro anos, os clones do *Eucalyptus* híbrido 0321, 1232 e 1270, o paricá e a acácia apresentaram os melhores desempenhos quanto à altura total e IMA em altura. A acácia obteve o maior valor de área basal e incremento médio anual em área basal, seguida pelo paricá, *Eucalyptus* clones 0321, 1270 e 0103 e pelo tachi-branco.

As principais variáveis utilizadas neste trabalho para avaliação das espécies de melhor desempenho quanto ao crescimento foram o volume e o incremento médio anual em volume. Para a primeira variável, a acácia obteve melhor resultado, com $181 m^3 ha^{-1}$, aos quatro anos, seguida pelo paricá ($130 m^3 ha^{-1}$) e pelos clones

de *Eucalyptus* 0321, 1270, 1232 e 0103 (volumes variando de 94 a 133 m³ ha⁻¹). Em se tratando do IMA em volume os valores para estas espécies foram: acácia cerca de 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, paricá com 32,5 e o *Eucalyptus* 0321 com 34 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. As diferenças entre os clones testados de eucalipto foram bem acentuadas alcançando mais de 400% entre a produção volumétrica do clone 0321 e a do clone 1341.

Tabela 3 – Sobrevivência e variáveis dendrométricas das espécies aos quatro anos de idade*.

Espécie	Sob (%)	DAP (cm)	H (m)	G (m ² ha ⁻¹)	Vol (m ³ ha ⁻¹)
Acácia-mangium	97,96	9,5 bcd	14,0 b	25,52 a	181,26 a
Andiroba	100,0	5,6 fg	4,0 f	3,14 e	6,88 c
Angelim-pedra	93,88	6,9 ef	6,9 e	5,58 de	18,38 c
Eucalipto clone 0103	91,84	10,3 abc	13,9 bc	13,43 bc	94,24c b
Eucalipto clone 0321	100,0	10,4 abc	18,6 a	15,04 bc	133,22 ab
Eucalipto clone 1232	95,92	9,5 bcd	18,2 a	11,77 cd	98,43 b
Eucalipto clone 1270	91,84	10,6 ab	17,7 a	14,53 bc	127,47 b
Eucalipto clone 1341	97,96	6,4 fg	9,5 d	6,32 de	33,38 c
Freijó-cinza	100,0	5,0 fg	3,4 fg	3,35 e	6,53 c
Freijó-louro	44,90	4,7 g	3,7 fg	1,13 e	2,70 c
Muiratinga	36,73	2,1 h	2,5 g	0,19 e	0,27 c
Paricá	97,96	11,6 a	15,1 b	18,82 b	129,97 ab
Sumaúma	100,0	8,4 cde	4,1 f	5,23 e	10,94 c
Tachi-branco	89,80	8,2 de	12,1 c	13,80 bc	84,92 b
Ucuúba	97,96	5,6 fg	3,2 fg	2,52 e	4,26 c

* Para cada variável, diferenças entre médias na mesma coluna seguida pela mesma letra não são estatisticamente significantes (P < 0,05).

As espécies foram também avaliadas quanto à bifurcação abaixo de 1,30 m de altura, os maiores valores de ramificação, relativos às árvores vivas, foram as espécies: muiratinga (64%), acácia-mangium (40%), freijó-cinza e angelim-pedra (35%). O paricá, sumaúma e os clones de eucalipto não apresentaram bifurcações abaixo de 1,30m, que comprometesse a forma do fuste. Entretanto algumas espécies como a andiroba apresentam inúmeras ramificações acima de 1,30 causadas pelo ataque de *Hypsipyla grandella* problema este que reduz o uso comercial de toras desta espécie. A ocorrência de bifurcação não é um fator negativo para aquelas espécies destinadas à produção de energia, tais como acácia-mangium e tachi-branco. Já para as espécies com usos para laminados e serraria este é um sério problema que necessita de condução e podas constantes.

A análise dos modelos matemáticos ajustados para as oito espécies de melhor desempenho (figura 1) para a produção volumétrica mostrou excelente ajuste, apresentando valores de R²_{aj.} superiores a 99% (Tabela 5). A análise gráfica da produção em volume mostra que para algumas espécies como paricá, eucalipto 0103, 0321 e 1270 há forte tendência de estabilização no segmento superior da curva sigmoidal, devido à redução da capacidade produtiva do sítio e aumento da competição por nutrientes indicando a necessidade de adição de fertilizantes e/ou a aplicação de desbaste para estas espécies.

Tabela 4 - Incremento médio anual das espécies, aos quatro anos de idade.

Espécie	IMA DAP (cm ano ⁻¹)	IMA H (m ano ⁻¹)	IMA G (m ² ha ⁻¹ ano ⁻¹)	IMA Vol (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Acácia-mangium	2,4	3,5	6,38	45,31
Andiroba	1,4	1,0	0,78	1,72
Angelim-pedra	1,7	1,7	1,40	4,60
Eucalipto clone 0103	2,6	3,6	3,43	24,06
Eucalipto clone 0321	2,7	4,7	3,84	34,01
Eucalipto clone 1232	2,4	4,6	3,00	25,13
Eucalipto clone 1270	2,7	4,5	3,71	32,55
Eucalipto clone 1341	1,6	2,4	1,61	8,52
Freijó-cinza	1,3	0,9	0,84	1,63
Freijó-louro	1,2	0,9	0,28	0,67
Muiratinga	0,5	0,6	0,05	0,07
Paricá	2,9	3,8	4,71	32,49
Sumaúma	2,2	1,1	1,33	2,79
Tachi-branco	2,0	3,0	3,45	21,23
Ucuúba	1,4	0,8	0,64	1,09

Tabela 5 - Coeficientes da equação de regressão polinomial para a produção volumétrica das espécies de melhor desempenho.

Espécie	Coeficientes				R ² _{aj.}	S _{yx} %
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃		
Acacia-mangium	6,18605	-1,48644	0,17606	-0,00143	0,9942	8,07
Eucalipto 0103	8,23416	-2,71378	0,24387	-0,00313	0,9981	4,33
Eucalipto 0321	10,66306	-3,29849	0,27227	-0,00313	0,9981	4,74
Eucalipto 1232	10,01996	-2,59880	0,17254	-0,00167	0,9974	6,18
Eucalipto 1270	6,19008	-2,33255	0,22941	-0,00267	0,9998	1,46
Eucalipto 1341	2,90459	-0,84184	0,06335	-0,00068	0,9919	10,19
Tachi-branco	10,53891	-2,39168	0,14583	-0,00132	0,9943	9,32
Paricá	-23,3583	3,81598	0,02816	-0,00086	0,9972	4,07

R²_{aj.} Coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}%: erro padrão da estimativa percentual.

A *Acacia mangium*, pelo rápido crescimento e alta produção volumétrica, é indicada como alternativa sustentável na substituição das espécies nativas de florestas naturais que são normalmente utilizadas no Amazonas para produção de energia. As espécies do gênero *Eucalyptus* também podem ser indicadas para a produção energética, apresentando ainda a vantagem de rebrotar após o corte, reduzindo, assim, os custos de produção de madeira. O paricá pode ser importante em reflorestamentos na Amazônia, já que é uma espécie nativa da região e apresentou boa performance neste estudo, além de ter mercado assegurado para produção de laminados. O paricá é uma espécie usada largamente para sombreamento de culturas como café e cacau. Inventários realizados nestas áreas mostraram que a espécie pode alcançar valores médios de 43 cm de DAP aos 10 anos e 60 cm aos 18 anos (Current *et al.*, 1998).

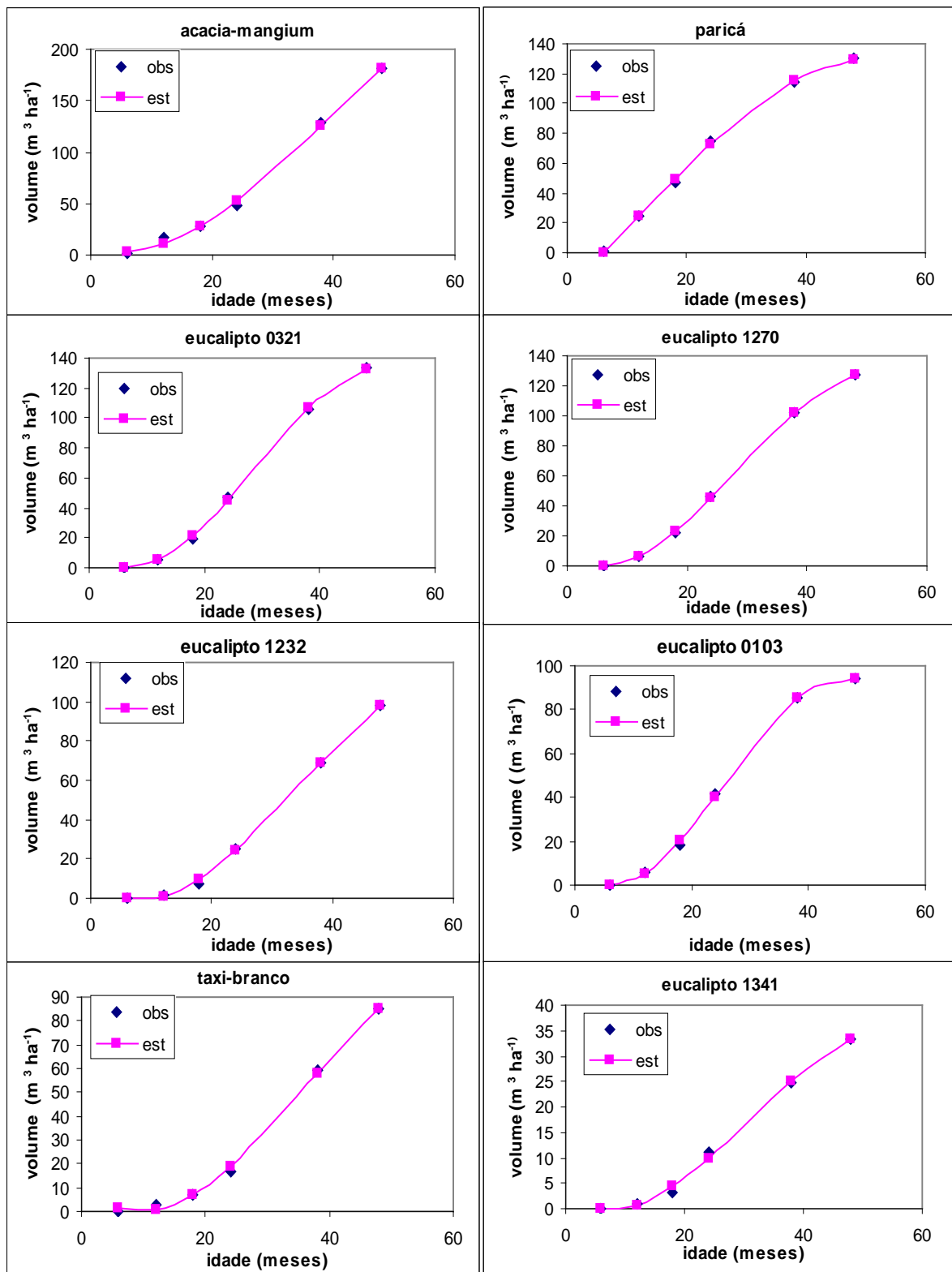


Figura 1 - Produção volumétrica das espécies de melhor desempenho.

CONCLUSÃO

As espécies com maior crescimento foram a *Acacia mangium* e o *Eucalyptus* híbrido clone 0321. Os incrementos médios anuais foram de 34 e 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e os volumes médios, aos quatro anos de idade, de 133 e 181 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ para o híbrido *Eucalyptus* clone 0321 e a *Acacia mangium*, respectivamente. Entre as espécies nativas, o melhor desempenho refere-se ao paricá (*Schizolobium amazonicum*), que atingiu incremento médio anual de 32,5 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e volume de 130 m³ ha⁻¹. Estudos adicionais de adubação e condução dos povoamentos são necessários para determinação de sistema de manejo para essas espécies potenciais para plantios em área tropicais úmidas brasileiras, além de ampliação de testes clonais de *Eucalyptus* na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D. **Growth and yield of some plantation species of the lowland tropics in Ecuador**. Paper presented to Conferencias sobre Investigaciones y Experiencias de 20 Años de La Fundación Forestal Juan Manuel Durini, Ecuador, 9 p. 1999.
- CURRENT, D.; ROSSI, L.M.B.; SABOGAL, C.; ARMAS, W.D.N. Comparación del potencial del manejo de la regeneración natural con asocio agroforestal y plantaciones puras para tres especies: estudio de caso en Brasil, Perú y Costa Rica. In: Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, 1998, Valdivia. **Actas**. 1998. 1 CD-ROM.
- HAGGAR, J. P., BRISCOE, C. B., BUTTERFIELD, R. P. Native species: a resource for the diversification of forestry production in the lowland humid tropics. **Forest Ecology and Management**, v. 106, 1998. p.195-203.
- INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**: Relatório 2000-2001. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 26 out. 2002.
- KANASHIRO, M.; YARED, J. A. G. Experiências com plantios florestais na Bacia Amazônica. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **O desafio das florestas neotropicais**. Curitiba: UFPR, 1991. p. 117-137.
- ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B. Comportamento inicial de espécies florestais potenciais para plantios em áreas alteradas na Amazônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4, 2000, Blumenau. **Anais**. Blumenau, 2000. 1 CD-ROM.
- TILKI, F.; FISHER, R. F. Tropical leguminous species for acid soils: studies on plant form and growth in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v. 108, p. 175-192. 1998.
- WHITEMAN, A.; BROWN, C. The potential role of forest plantations in meeting future demands for industrial wood products. **International Forestry Review**, v.1, n.3, p.143-152. 1999.