

# NODULAÇÃO E CRESCIMENTO DE 49 LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS DA AMAZÔNIA EM VIVEIRO<sup>(1)</sup>

F. M. S. MOREIRA<sup>(2)</sup>

## RESUMO

Os ecossistemas periodicamente inundados, embora representem 25% da área total da Amazônia, contribuem com 75% da produção madeireira. Tanto esses ecossistemas como os de terra firme apresentam grande diversidade de espécies da família Leguminosae. Algumas dessas espécies já são exploradas economicamente de forma extrativista, mas o potencial econômico da maioria permanece inexplorado. Conhecer o comportamento dessas espécies em condições de viveiro é o primeiro passo para compreender sua biologia e estabelecer plantios nas áreas já desmatadas. Neste trabalho, desenvolvido no Campus do INPA, em Manaus, durante 1985 e 1986, são apresentadas informações sobre o crescimento inicial e nodulação de 49 espécies arbóreas nativas, de ecossistemas de terra firme (16) ou periodicamente inundados, (33) da Amazônia. Plântulas recém-germinadas foram transplantadas, em condições de viveiro, para sacos plásticos que continham cinco diferentes substratos que consistiram de areia adubada, de uma mistura de argila com areia 3:2 (v/v), de material do horizonte A de um glei húmico, e de material do horizonte A de um podzólico vermelho-amarelo, adubado ou não. A maioria das espécies desenvolveu-se bem nos cinco substratos. Algumas espécies cresceram melhor nos substratos, de maior fertilidade. Espécies oriundas de ecossistemas inundados cresceram melhor que as oriundas de terra firme. Foi observada nodulação em 30 espécies. Entre as que apresentaram maiores taxas de crescimento, havia tanto espécies nodulíferas como não-nodulíferas, indicando que a fixação biológica de N<sub>2</sub> não é o único mecanismo eficiente de absorção de nitrogênio em leguminosas tropicais. As espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento foram: *Enterolobium maximum*, *Swartzia polyphylla* e *Vatairea guianensis*.

**Termos de indexação:** Fixação biológica de N<sub>2</sub>, leguminosas florestais, rizóbio, substrato.

**SUMMARY:** NURSERY GROWTH AND NODULATION OF FORTY-NINE WOODY LEGUME SPECIES NATIVE FROM AMAZONIA

*Although periodically flooded ecosystems represent 25% of the total Amazon area, they contribute to 75% of timber production. Both periodically flooded and upland ecosystems are*

<sup>(1)</sup> Trabalho financiado com recursos da FINEP. Recebido para publicação em julho de 1996 e aprovado em outubro de 1997.

<sup>(2)</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras (MG), E-mail: fmoreira@esal.ufla.br. Bolsista do CNPq.

greatly diverse in species belonging to Leguminosae family. Some of these species are currently exploited, but the economic potential of the vast majority has been overlooked. The knowledge of the plant growth characteristics of these species under nursery conditions is the first step to understand their biology and establish artificial woodlands in deforested areas. This paper reports data on the initial growth and nodulation of 49 species native from both Amazonian ecosystems. All experiments were carried out at the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, State of Amazonas, Brazil, during 1985 and 1986. Pre-germinated seedlings were transplanted into plastic bags containing five different substrata under nursery conditions. All species developed well and no differences amongst substrata were observed, except for a few species which grew better in higher fertility substrata. Species originating from periodically flooded ecosystems grew better than those from upland ecosystems. Nodulation was observed in only thirty species. Some non-nodulating species grew as fast as the nodulating ones, indicating that biological nitrogen fixation is not the only efficient mechanism of nitrogen acquisition for tropical legume species. Species with maximum growth rate were: *Enterolobium maximum*, *Swartzia polyphylla* and *Vatairea guianensis*.

*Index terms:* Biological nitrogen fixation, Leguminosae, rhizobia, forest species, substrate.

## INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais da Amazônia podem ser divididos, primariamente, em ecossistemas de "terra firme" e "periodicamente inundados". Ambos mostram grande diversidade de espécies da família Leguminosae. As leguminosas podem desempenhar importante papel na recuperação de áreas degradadas ou como componentes de sistemas agroflorestais, pois possuem mecanismos eficientes de aquisição de nitrogênio, que incluem a fixação biológica de N<sub>2</sub> (McKey, 1994; Sprent, 1994).

Apesar de terem potencial econômico desconhecido ou ainda inexplorado, muitas dessas espécies já são exploradas, principalmente com fins madeireiros. No entanto, a exploração desses recursos é feita de modo predominantemente extrativista, estando os raros plantios restritos, em sua maioria, a áreas experimentais (Fernandes & Sampaio, 1991; Jansen & Alencar, 1991; Franco & Faria, 1995).

Os conhecimentos básicos sobre tecnologia de sementes e comportamento dessas espécies em viveiro, fundamentais para plantios em larga escala, ainda são escassos.

Num trabalho inicial com 51 espécies nativas e introduzidas, Moreira (1995) verificou que algumas leguminosas, tanto nodulíferas como não-nodulíferas, têm crescimento rápido no viveiro, usando, como substrato, o horizonte A de dois solos representativos da Amazônia.

Dando continuidade a esse trabalho, são apresentadas informações sobre o crescimento e nodulação de 49 espécies adicionais de leguminosas, oriundas de áreas periodicamente inundadas (33) ou de terra firme (16) da Amazônia, utilizando cinco substratos em viveiro. A nodulação das espécies nodulíferas, inoculadas e cultivadas em areias, foi comparada com a conseguida em outros substratos, que possuíam estirpes nativas de rizóbio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Material botânico e sementes de 49 espécies arbóreas foram coletados em habitat natural nos municípios de Manaus e Manacapuru, no Arquipélago de Anavilhanas, em área do reservatório de Tucuçu (PA) e no Estado do Acre. Não foi possível a coleta de número elevado de sementes para algumas espécies, por terem elas seus frutos predados (e.g. *Lecointea amazonica*) ou terem altura muito elevada, dificultando a coleta de frutos (e.g. *Peltogyne prancei*). Para outras espécies, como *Campsiandra comosa*, *Crudia pubescens*, *Macrolobium acaciifolium*, *Pithecellobium arenarium*, *P. multiflorum*, *Ormosia macrocalyx* e *Vatairea guianensis*, foram coletadas sementes de diferentes procedências, que foram analisadas, separadamente. Informações sobre os dados de coleta (local e data) e morfologia inicial de plântulas (MIP) de todas as espécies estudadas podem ser obtidas em Silva et al. (1988), e Moreira & Moreira (1996), exceto de MIP de algumas espécies de terra firme. A identificação das espécies foi feita por comparação com exsiccatas do Herbário do Departamento de Botânica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). A maior parte do material botânico coletado foi incorporado à coleção do herbário, onde recebeu números de registro. O material botânico não incorporado à coleção do herbário permaneceu com o número de coleta.

Os experimentos foram desenvolvidos no viveiro do Campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (estrada do V8), em Manaus. As sementes foram colocadas para germinar em caixas com areia lavada e esterilizada. Para as espécies de tegumento duro, como *Parkia* sp e *Ormosia* sp, foi necessário um tratamento prévio para quebra de dormência; para isso, foi utilizado ácido sulfúrico concentrado (ou água quente), por 30 minutos. Quando as primeiras folhas definitivas já estavam formadas, repicaram-se as plântulas para sacos de polietileno que continham 2 kg

**Quadro 1. Altura de mudas de leguminosas arbóreas, oriundas de áreas inundadas periodicamente, em cinco substratos no viveiro, aos cinco meses de idade**

Subfamília / Espécie	Registro no herbário do INPA ou Número de coleta (F)	Total repetições	Substrato <sup>(1)</sup>					Classe crescimento <sup>(2)</sup>
			Areia	GH	CONV	PV	PVad	
<b>Caesalpinioideae</b>		<b>n°</b>	<b>cm</b>					
- <i>Campsiandra comosa</i> Bth	151899	4	36,0	...	...	...	...	...
var. <i>laurifolia</i> (Bth.) Cowan	F312	47	37,7 a <sup>(3)</sup>	47,9 a	42,0 a	45,1 a	47,9 a	3
	124725	24	27,1 ab	34,6 a	...	...	...	3
- <i>Chamecrista negrensis</i> (Irwin)								
Irwin & Barneby	124723	41	12,3 b	47,1 a	...	...	36,7 a	3
- <i>Crudia pubescens</i> Spr. Ex. Bth	124720	14	40,9	...	...	...	...	...
	F27	31	42,4 b	61,8 a	52,3 ab	42,5 ab	52,0 ab	4
- <i>Crudia</i> sp.	F329	39	48,6 a	50,6 a	48,0 a	51,4 a	47,8 a	3
- <i>Heterostemon mimosoides</i> Desf	138793	75	12,2 b	14,7 ab	14,4 ab	15,3 a	15,9 a	2
- <i>Macrolobium acacifolium</i> Bth	124719	65	55,9 b	82,8 a	56,5 b	67,6 ab	70,5 ab	4
	124727	16	38,0 a	62,3 a	...	...	42,2 a	4
	138788	52	52,0 a	57,8 a	57,8 a	46,4 a	49,8 a	4
- <i>Mora paraensis</i> Ducke	F319	61	77,3 a	75,3 a	76,8 a	72,0 a	80,0 a	5
- <i>Peltogyne paniculata</i> Bth.	133633	42	11,4 c	24,8 a	14,7 bc	...	19,8 ab	2
- <i>Peltogyne prancei</i> M.F. da Silva	133861	5	7,4	...	...	...	...	...
- <i>Peltogyne</i> sp.	F351	38	6,1 b	7,1 ab	6,6 b	6,8 b	8,6 a	1
- <i>Sclerolobium hypoleucum</i> Bth.	138806	3	...	11,0	6,0	7,0	...	2
- <i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	138801	12	12,7 a	13,0 a	16,5 a	8,5 a	10,0 a	2
	138812	49	6,8 b	10,1 a	...	8,0 b	9,9 a	1
<b>Mimosoideae</b>								
- <i>Inga acreanum</i> Harms	138786	39	21,8 b	28,8 a	21,2 b	21,8 b	32,8 a	2
- <i>Inga disticha</i> Bth.	138805	23	10,8 a	16,8 a	13,6 a	11,0 a	12,8 a	2
- <i>Inga</i> sp.	133631	67	56,3 a	57,7 a	54,2 a	50,0 a	55,1 a	4
- <i>Parkia discolor</i> Spr. Ex Bth.	133586	53	25,6 b	45,6 a	28,4 b	...	41,5 a	3
- <i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	133616	53	24,3c	43,2 a	...	...	33,5 b	3
- <i>Pithecellobium adiantifolium</i> Bth.	138809	3	7,0	...	21,0	...	21,0	-
- <i>Pithecellobium arenarium</i> Ducke	133591	38	7,0 c	10,1 ab	8,1 bc	...	11,8 a	1
	F327	75	7,7 b	12,0 a	8,7 b	12,0 a	13,3 a	2
- <i>Pithecellobium latifolium</i> (L.) Bth.	138800	75	24,1 b	31,9 a	24,5 b	28,3 ab	31,8 a	3
- <i>Pithecellobium multiflorum</i> (H.B.K.) Bth	124726	4	6,8	...	...	...	..	-
	133635	31	10,5 bc	37,7 a	8,0 c	10,5 bc	16,4 b	3
		21	1,2	40,0 a	9,2 b	10,8 b	19,2 ab	3
- <i>Pithecellobium sanguineum</i> Bth.	138799	69	15,9 bc	21,4 a	14,8 c	16,2 bc	17,8 a	2
- <i>Pithecellobium</i> sp.	138807	74	25,1 bc	39,4 a	19,1 c	33,6 ab	28,8 b	3
<b>Papilionoideae</b>								
- <i>Clitoria amazonum</i> Mart. ex. Bth.	133636	79	16,3 a	21,6 a	12,9 a	13,3 a	19,9 a	2
- <i>Lecointea amazonica</i> Ducke	F9	18	34,7 b	33,3 b	44,3 ab	35,3 b	56,7 a	3
- <i>Ormosia excelsa</i> Bth.	138791	23	18,8 a	13,8 a	22,5 a	19,5 a	17,2 a	2
- <i>Ormosia macrocalyx</i> Ducke	133851	18	9,0 b	15,2 a	11,0 b	11,2 b	17,5 a	2
	138782	49	13,8 b	14,3 b	12,1 b	14,0 b	18,4 a	2
- <i>Pterocarpus amazonicum</i> Huber	124721	64	23,6 c	53,6 a	36,9 b	37,2 b	57,9 a	3
- <i>Swartzia polyphylla</i> DC	124722	50	129,1 a	140,5 a	...	107,0 a	107,6 a	8
- <i>Swartzia</i> sp. 1	156533	75	129,5 a	114,3 b	122,6 ab	114,0 b	129,7 a	7
- <i>Swartzia</i> sp. 2	138796	65	13,9 ab	14,6 ab	13,1 bc	11,7 c	15,6 a	2
- <i>Swartzia</i> sp. 3	138798	63	22,0 a	24,1 a	22,2 a	21,6 a	24,2 a	2
- <i>Vatairea guianensis</i> Aubl	F0	64	118,9 a	125,0 a	125,2 a	139,7 a	134,6 a	7
	F72	19	101,3 a	82,3 a	...	...	88,7 a	5
<b>Número total de repetições</b>		<b>1.830</b>	<b>451</b>	<b>407</b>	<b>308</b>	<b>299</b>	<b>375</b>	

<sup>(1)</sup>AREIA- areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio+adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g e calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes. <sup>(2)</sup>classe 1: menor ou igual a 10 cm; classe 2: de 10,1 a 30 cm; classe 3: de 30,1 a 50 cm; classe 4: de 50,1 a 70 cm; classe 5: de 70,1 a 90 cm; classe 6: de 90,1 a 110 cm; classe 7 de 110,1 a 130 cm; e classe 8: de 130,1 a 150 cm. <sup>(3)</sup>Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

dos seguintes substratos: AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL  $\text{CaSO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$ , 4 mL de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$ , 2 mL  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$ , 4 mL  $\text{MgSO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$  e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 1,81 g  $\text{MnCl}_2$ ; 0,22 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,8 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 0,02 g  $\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e 0,02 g  $\text{CoCl}_2$ ); GH - horizonte A de solo glei húmico, coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro, consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo, coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus), e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (bauxita do Maranhão), 4 ml de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$  e 1 mL de solução de micronutrientes. As características químicas dos substratos GH, CONV e PV são as seguintes: GH - pH em água = 4,9; Al = 5  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; Ca + Mg = 136  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; K = 5  $\text{mg kg}^{-1}$ ; P = 75  $\text{mg kg}^{-1}$ ; CONV - pH em água = 5,2; Al = 1  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; Ca + Mg = 60  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; K = 17  $\text{mg kg}^{-1}$ ; P = 2  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; PV - pH em água = 4,3; Al = 14  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; Ca + Mg =

3  $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ ; K = 23  $\text{mg kg}^{-1}$ ; P = 2  $\text{mg kg}^{-1}$ , sendo o P determinado pelo Mehlich-1. Foram repicadas três plântulas por saco. Após a repicagem, as mudas foram colocadas em viveiro com cobertura de sombrite (50%), em delineamento experimental inteiramente casualizado. Quinze dias após a repicagem, procedeu-se ao desbaste, deixando-se apenas uma planta por saco. Dependendo da disponibilidade de sementes germinadas na espécie, foram feitas de quatro a quinze repetições (sacos com 1 planta), por tratamento (substrato) (Quadros 1 e 2).

O crescimento das mudas foi acompanhado por medidas periódicas de altura. Cinco meses após a emergência, para a maioria das espécies, foram determinados os seguintes parâmetros: diâmetro do colo, peso da parte aérea e das raízes secas, número e peso de nódulos em pelo menos cinco plantas de cada substrato, quando possível. A todas as espécies foi atribuído um valor de classe de crescimento relativo à medida em altura no substrato GH e registrada aos cinco meses de crescimento, conforme se segue: classe 1: inferior ou igual a 10 cm; classe 2: de 10,1 a 30 cm; classe 3: de 30,1 a 50 cm; classe 4: de 50,1 a 70 cm;

**Quadro 2. Altura de mudas de leguminosas arbóreas, oriundas de áreas de terra firme da Amazônia, em cinco substratos no viveiro, aos cinco meses de idade**

Subfamília / Espécie	Registro no herbário do INPA ou Número de coleta (F)	Total repetições	Substrato <sup>(1)</sup>					Classe crescimento <sup>(2)</sup>
			Areia	GH	CONV	PV	PVad	
<b>Caesalpinioideae</b>		<b>n<sup>o</sup></b>	<b>cm</b>					
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	F142	56	11,4 b <sup>(3)</sup>	15,7 a	...	15,1 a	15,9 a	2
<i>Cynometra baunifolia</i> Bth	F249	70	12,8 b	20,1 a	13,5 b	14,6 b	20,0 a	2
<i>Macrobium</i> sp.	F508	3	14,0	24,0	...	...	28,0	2
<b>Mimosoideae</b>								
<i>Calliandra tenuiflora</i> Bth	F437	44	6,0 c	10,3 b	9,8b c	7,4 bc	14,6 a	2
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	T8	73	59,4 b	73,6 a	53,1 bc	49,9 bc	44,9 c	5
<i>Inga calantha</i> Ducke	F338	72	7,8 b	11,0 a	8,7 b	8,8b	10,4 a	2
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	151916	47	9,3 b	12,3 a	10,3 b	13,1 a	13,3 a	2
<i>Inga</i> sp. 1	F517	10	8,0	11,0	6,5	5,5	8,5	2
<i>Inga</i> sp. 2	F518	8	6,5	7,0	5,0	10,0	11,5	1
<i>Parkia oppositifolia</i> Bth.	133615	75	17,3 a	19,5 a	19,3 a	19,5 a	19,5 a	2
<i>Pithecellobium cauliflorum</i> (Willd.) Bth.	F522	75	12,7 b	14,5 a	12,3 b	15,5 a	16,0 a	2
<i>Stryphnodendron</i> sp.	T7	51	6,0 c	13,3 a	12,1 ab	12,5 ab	10,3 bc	2
<b>Papilionoideae</b>								
<i>Andira inermis</i> (Sw.) H.B.K.)	151920	75	32,5 c	36,7 ab	35,1 bc	35,3 abc	38,6 a	3
<i>Andira micrantha</i> Ducke	133872	27	25,1 a	24,3 a	...	...	...	2
<i>Dalbergia</i> sp.	F519	6	13,0	11,0	9,0	9,0	11,0	2
<i>Platymiscium duckei</i> Huber	139629	46	12,2 b	16,5 a	8,8 bc	8,3 c	16,7 a	2
<b>N<sup>o</sup> total de repetições</b>		<b>738</b>	<b>153</b>	<b>170</b>	<b>129</b>	<b>144</b>	<b>142</b>	

<sup>(1)</sup>AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL  $\text{CaSO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$ , 4 mL de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$ , 2 mL  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$ , 4 mL  $\text{MgSO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$  e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; 1,81 g  $\text{MnCl}_2$ ; 0,22 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,8 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 0,02 g  $\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e 0,02 g  $\text{CoCl}_2$ ); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  mol  $\text{L}^{-1}$  e 1 mL de solução de micronutrientes. <sup>(2)</sup> classe 1: menor ou igual a 10 cm; classe 2: de 10,1 a 30 cm; classe 3: de 30,1 a 50 cm; classe 4: de 50,1 a 70 cm; e classe 5: de 70,1 a 90 cm. <sup>(3)</sup>Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

classe 5: de 70,1 a 90 cm; classe 6: de 90,1 a 110 cm; classe 7 de 110,1 a 130 cm; e classe 8: de 130,1 a 150 cm.

De cada espécie nodulífera, selecionaram-se nódulos para medida da atividade da nitrogenase pelo método de redução de acetileno (ARA) (Dilworth, 1966) e isolamento de rizóbio. O meio utilizado foi o YMA (Vincent, 1970).

Os dados de crescimento das espécies foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias pelo programa estatístico SANEST (Sarriés et al., 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das espécies apresentou crescimento em altura semelhante nos cinco substratos. Algumas espécies, como *Chamaecrista negrensis*, *Parkia discolor*, *Pentachletra maculosa*, *Pithecellobium multiflorum* e *Pterocarpus amazonicum*, oriundas de áreas inundadas, e *Cynometra bauhinifolia*, *Enterolobium maximum* e *Platymiscium duckei*, oriundas de terra firme, cresceram melhor nos substratos de maior fertilidade: glei húmico (GH) e podzólico vermelho-amarelo adubado (PVad) (Quadros 1 e 2). Outras características de crescimento, como peso da parte aérea seca e peso da raiz seca, também seguiram a mesma tendência do parâmetro altura (Quadros 3 e 4).

Segundo Aung (1974), a relação raiz/parte aérea varia com a espécie de planta, idade, estágio de desenvolvimento e tipo de ambiente, e o aumento da fertilidade do solo diminui a relação, o que foi observado neste trabalho. Os valores R/PA entre as diferentes espécies tiveram ampla variação, considerando o mesmo substrato. A R/PA média de todas as espécies nos substratos AREIA, GH, CONV, PV e PVad foram de: 0,50; 0,35; 0,51; 0,50 e 0,40, para as oriundas de área inundada, e de 0,45; 0,29; 0,41; 0,34 e 0,32, para as oriundas de terra firme, respectivamente. Observou-se que os menores valores foram obtidos nos substratos de maior fertilidade: GH e PVad. Além disso, as espécies de terra firme apresentaram relação menor que as de áreas inundadas, o que indica diferenças fisiológicas relacionadas com a procedência dessas espécies.

As Caesalpinioideae de áreas inundadas e de terra firme apresentaram, respectivamente, classes de crescimento de 1 a 5 e de 2, as Mimosoideae, de 1 a 4 e de 1 a 5, enquanto as Papilionoideae apresentaram de 2 a 8 e 2 a 3 (Quadros 1 e 2; Figuras 1 e 2). As espécies incluídas na maior classe de crescimento, oriundas de áreas inundadas, em cada subfamília, foram, respectivamente: *Mora paraensis* (Caesalpinioideae); *Inga* sp (Mimosoideae), *Swartzia polyphylla* e *Vatairea guianensis* (Papilionoideae), todas com morfologia inicial de plântulas do tipo hipógeo. *Enterolobium maximum* (Mimosoideae - epígea) foi a única espécie oriunda de terra firme que foi enquadrada na classe de crescimento maior que 4. As espécies hipógeas se situaram nas classes mais altas de crescimento (entre

2 e 8). As espécies epígeas, com exceção de *E. maximum*, permaneceram na classe de crescimento menor que 3. As espécies situadas na maior classe de crescimento (6, 7 e 8) eram Papilionoideae hipógeas. A quantidade de reservas nutricionais nas sementes pode, pelo menos parcialmente, explicar as taxas de crescimento inicial. Espécies com maiores taxas de crescimento, como *Swartzia polyphylla* e *Vatairea guianensis*, tinham as maiores sementes. Houve correlação significativa entre crescimento em altura e comprimento das sementes para as espécies estudadas, de cada subfamília, na maioria dos substratos (Quadro 5), exceto para GH (espécies de terra firme e Mimosoideae inundadas) e CONV (Mimosoideae inundadas), o que, pelo menos para GH, pode ser explicado pela maior influência da fertilidade no crescimento das mudas. Em trabalho anterior (Moreira, 1995), não foi encontrada correlação positiva entre crescimento e tamanho de sementes, provavelmente porque entre as leguminosas estudadas havia espécies exóticas cultivadas, como *Leucaena* spp.

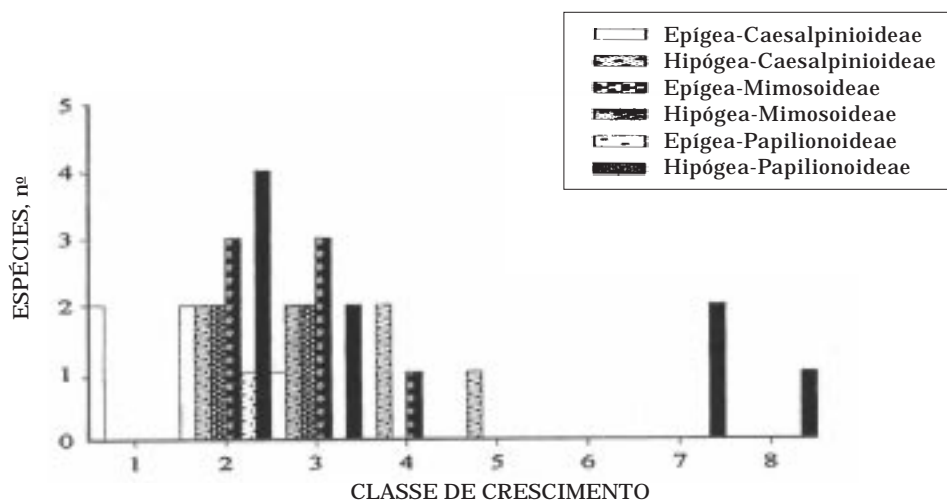
A maioria das espécies estudadas foi coletada em florestas virgens e não foi ainda cultivada até sua fase adulta. Porém, para várias espécies, foi relatado o porte alcançado em seu habitat natural (Ducke, 1949). De modo geral, encontrou-se uma relação positiva entre a taxa de crescimento das espécies em viveiro e o porte alcançado em condições naturais. Por exemplo, *Enterolobium maximum* é descrita como "uma das maiores árvores da mata virgem amazônica" e *Mora paraensis* e *Vatairea guianensis* como "espécies de grande porte das áreas inundadas". Outras são descritas como árvores pequenas (e.g. *Calliandra tenuiflora*, *Heterostemon mimosoides*) a medianas (e.g. *Cynometra bauhinifolia* e *Campsiandra comosa*). As exceções foram verificadas para as espécies: *Copaifera multijuga*, *Parkia oppositifolia*, *Andira* spp., *Peltogyne prancei* e *Peltogyne paniculata*, geralmente descritas como de grande porte, mas que foram alocadas nas classes de crescimento 2 ou 3 no viveiro.

Tanto espécies nodulíferas como não-nodulíferas foram enquadradas nas classes de crescimento entre 1 e 8, confirmando que, além da fixação biológica de N<sub>2</sub>, existem outros mecanismos eficientes de absorção de nitrogênio em leguminosas (Sprent, 1994; McKey, 1994), pois nenhum dos substratos recebeu adubação nitrogenada. Trinta das 49 espécies nodularam no viveiro (Quadros 6 e 7). Nos substratos AREIA, GH, CONV, PV e PVad, respectivamente, 97, 91, 93, 76 e 73% dessas espécies nodularam. Tais resultados confirmam o trabalho anterior de Moreira (1995), com outras 48 espécies arbóreas, que apresentaram maior nodulação no substrato GH em relação ao PVad. O número e o peso de nódulos foram, de modo geral, maiores no substrato AREIA, provavelmente em razão da maior lixiviação de N e/ou do elevado número de células de rizóbio introduzidas no substrato via inoculação. No entanto, várias espécies tiveram, nos demais substratos, nodulação abundante e/ou semelhante ao observado na AREIA, demonstrando a existência de estirpes nativas capazes de infectar plantas. Por outro lado, espécies que nodularam no

**Quadro 3. Crescimento inicial de leguminosas arbóreas, oriundas de áreas periodicamente inundadas, em cinco substratos no viveiro**

Família/Espécie	Substrato <sup>(1)</sup>														
	Areia	GH	Conv	PV	PVad	Areia	GH	Conv	PV	PVad	Areia	GH	Conv	PV	PVad
	— Peso parte aérea seca (g) —					— Peso raiz seca (g) —					— Relação R/PA —				
<b>Caesalpinioideae</b>															
<i>Campsiandra comosa</i> Bth.	3,14 b <sup>(2)</sup>	7,23 a	3,24 b	5,48 ab	4,37 ab	0,84 b	1,79 a	1,17 ab	1,63 ab	1,23 ab	0,26	0,25	0,36	0,30	0,28
<i>Crudia pubescens</i> Spr. Ex Bth.	8,39 a	9,53 a	7,24 a	7,30 a	7,57 a	2,18 a	3,04 a	2,07 a	2,09 a	1,94 a	0,26	0,32	0,28	0,29	0,26
<i>Heterostemon mimosoides</i> Desf.	0,65 b	0,93 ab	0,89 ab	1,01 ab	1,28 a	0,49 a	0,47 a	0,57 a	0,66 a	0,42 a	0,76	0,50	0,64	0,65	0,33
<i>Macrobolium acaciifolium</i> Bth.	4,00 a	7,24 a	5,82 a	3,36 a	4,28 a	1,82 a	2,40 a	2,46 a	1,60 a	1,74 a	0,46	0,33	0,43	0,48	0,41
<i>Mora paraensis</i> Ducke	27,60 a	32,40 a	32,64 a	39,00 a	44,39 a	11,23 a	13,68 a	16,82 a	12,78 a	11,28 a	0,41	0,43	0,51	0,33	0,25
<i>Peltogyne paniculata</i> Bth.	0,29 b	3,62 a	0,74 b	...	1,53 b	0,28 a	1,12 a	0,43 a	...	0,93 a	0,96	0,31	0,58	...	0,61
<i>Peltogyne</i> sp.	0,25 b	0,62 a	0,30 b	0,40 b	0,44 ab	0,09 ab	0,10 a	0,10 a	0,05 b	0,06 ab	0,36	0,16	0,33	0,12	0,14
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	0,69	0,84	1,29	0,45	0,30	0,12	0,01	0,31	0,06	0,05	0,17	0,01	0,24	0,13	0,17
<b>Mimosoideae</b>															
<i>Inga acreanum</i> Harms.	2,42 b	6,35 a	1,61 b	2,41 b	6,83 a	0,86 b	2,60 a	0,63 b	1,25 b	2,98 a	0,36	0,41	0,39	0,52	0,44
<i>I. disticha</i> Bth.	0,50 a	1,40 a	0,70 a	0,60 a	0,56 a	0,26 a	0,69 a	0,58 a	0,57 a	0,40 a	0,52	0,49	0,83	0,95	0,71
<i>Inga</i> sp.	4,90 b	9,28 a	5,60 ab	6,83 ab	9,44 a	2,15 a	3,09 a	2,97 a	3,08 a	3,27 a	0,44	0,33	0,53	0,45	0,35
<i>Parkia discolor</i> spr. Ex Bth.	0,71 b	4,15 a	1,34 b	...	1,66 b	0,4 b	1,40 a	0,96 ab	...	0,89 ab	0,56	0,34	0,72	...	0,54
<i>P. arenarim</i> Ducke	0,60 b	1,75 ab	1,09 b	...	3,07 a	0,24 a	0,50 a	0,42 a	...	0,64 a	0,4	0,28	0,38	...	0,21
	0,40 c	1,66 a	0,53 bc	1,11 ab	1,35 a	0,14 b	0,56 a	0,15 b	0,35 ab	0,34 ab	0,35	0,34	0,28	0,31	0,25
<i>P. latifolium</i> (L.) Bth.	3,28 a	4,77 a	2,34 a	5,74 a	4,82 a	2,65 ab	2,38 ab	1,13 b	3,17 a	2,20 ab	0,81	0,50	0,48	0,55	0,46
<i>P. multiflorum</i> (H.B.K.) Bth.	0,36 b	8,19 a	0,35 b	0,37 b	1,66 b	0,37 b	0,73 a	0,25 b	0,29 b	1,36 b	1,03	0,09	0,71	0,78	0,82
	...	3,70 a	0,21 b	0,30 b	2,45 a	...	3,64 a	0,16 b	0,27 b	2,37 a	-	0,98	0,76	0,9	0,97
<i>P. sanguineum</i> Bth.	0,91 b	1,98 ab	0,97 b	1,64 ab	2,35 a	0,44 a	0,49 a	0,56 a	0,57 a	0,69 a	0,48	0,25	0,58	0,35	0,29
<i>Pithecellobium</i> sp.	2,02 b	9,33 a	1,73 b	1,70 b	3,57 b	0,70 b	3,11 a	0,74 b	0,74 b	1,14 b	0,35	0,33	0,43	0,44	0,32
<b>Papilionoideae</b>															
<i>Clitoria amazonum</i> Mart. Ex Bth.	1,25 a	3,87 a	0,36 a	0,83 a	1,60 a	0,65 ab	1,80 a	0,44 b	0,86 ab	1,17 ab	0,52	0,46	1,22	1,04	0,73
<i>Ormosia excelsa</i> Bth.	1,22 a	0,91 a	2,02 a	1,85 a	1,16 a	0,44 a	0,21 a	0,68 a	0,59 a	0,31 a	0,36	0,23	0,34	0,32	0,27
<i>O. macrocalyx</i> Ducke	1,92 a	2,22 a	2,02 a	1,42 a	2,60 a	0,80 a	0,77 a	0,81 a	0,69 a	0,66 a	0,42	0,35	0,40	0,48	0,25
<i>Swartzia</i> sp. 3	1,34 bc	3,40 a	2,66 ab	2,26 ab	0,72 c	1,18 ab	1,52 a	0,98 ab	0,84 ab	0,28 b	0,88	0,45	0,37	0,37	0,39
<i>Swartzia</i> sp. 1	28,0 ab	16,6 ab	32,84 a	29,44 a	16,56 b	8,10 a	4,13 b	9,83 a	8,45 a	4,40 b	0,29	0,25	0,30	0,29	0,26
<i>Swartzia</i> sp. 2	0,89 b	1,80 a	1,38 ab	2,04 a	0,90 b	0,64 bc	1,06 ab	1,24 a	1,32 a	0,32 c	0,72	0,59	0,90	0,65	0,36

<sup>(1)</sup>AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes. <sup>(2)</sup>Médias de 5 plantas seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

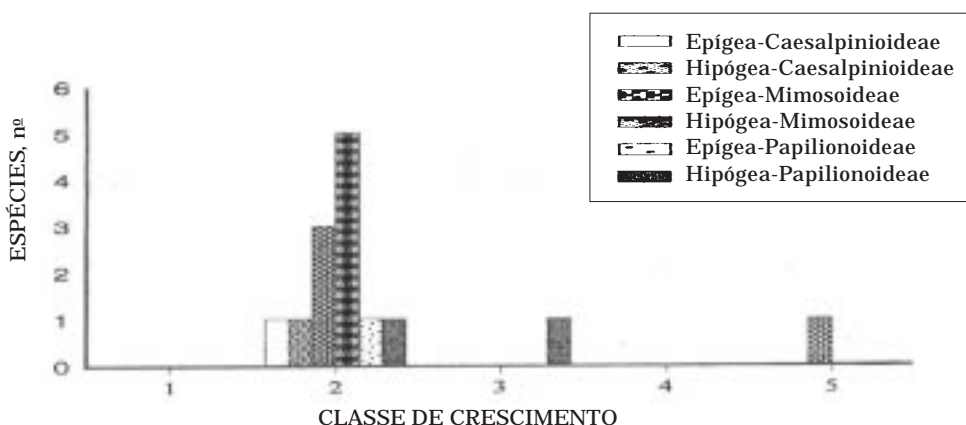


**Figura 1. Número de espécies epígeas e hipógeas, oriundas de áreas inundadas, por classe de crescimento de mudas. Classe 1: inferior ou igual a 10 cm; Classe 2: de 10,1 a 30 cm; Classe 3: de 30,1 a 50 cm; Classe 4: de 50,1 a 70 cm; Classe 5: de 70,1 a 90 cm; Classe 6: de 90,1 a 100 cm; Classe 7: de 110,1 a 130 cm; e Classe 8: de 130,1 a 150 cm.**

**Quadro 4. Crescimento inicial de leguminosas arbóreas, oriundas de áreas de terra firme, em cinco substratos no viveiro**

Subfamília/Espécie	Substrato <sup>(1)</sup>										Relação R/PA				
	Areia	GH	Conv	PV	PVad	Areia	GH	Conv	PV	PVad					
————— Peso parte aérea seca (g) —————															
————— Peso raiz seca (g) —————															
————— Relação R/PA —————															
<b>Caesalpinioideae</b>															
<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Bth.	0,62 b	1,63 a	0,67 b	0,92 b	1,76 a	0,62 b	1,12 a	0,70 b	0,60 b	1,12 a	1,0	0,67	1,04	0,65	0,64
<b>Mimosoideae</b>															
<i>Calliandra tenuiflora</i> Bth.	0,43 b	0,92 b	0,67 b	0,43 b	1,65 a	0,12 b	0,24 b	0,20 b	0,19 b	0,64 a	0,28	0,26	0,30	0,44	0,39
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	13,50 b	29,0 a	7,28 b	4,64 b	3,86 b	3,92 ab	6,64 a	1,15 b	0,90 b	1,23 b	0,24	0,23	0,16	0,19	0,32
<i>Inga calantha</i> Ducke	0,43 d	1,29 a	0,64 d	0,93 b	0,79 bc	0,12 c	0,28 a	0,19 ab	0,27 ab	0,16 bc	0,28	0,22	0,30	0,29	0,20
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd	0,42 b	1,17 a	0,63 b	0,74 b	0,73 b	0,14 a	0,27 a	0,15 a	0,26 a	0,13 a	0,33	0,23	0,24	0,35	0,18
<i>Inga</i> sp. 1	0,53	0,55	0,12	0,38	0,72	0,21	0,06	0,03	0,02	0,12	0,40	0,11	0,25	0,05	0,17
<i>Inga</i> sp. 2	0,12	...	0,12	...	0,86	0,09	...	0,08	...	0,16	0,75	...	0,67	...	0,19
<i>Parkia oppositifolia</i> Bth.	1,33 a	1,67 a	1,10 a	1,31 a	1,16 a	0,57 a	0,32 a	0,44 a	0,35 a	0,36 a	0,43	0,19	0,4	0,27	0,31
<i>Pithecellobium cauliflorum</i> (Willd) Bth.	0,92 b	1,14 ab	0,92 b	1,30 a	1,07 ab	0,54 a	0,43 a	0,40 a	0,48 a	0,49 a	0,59	0,38	0,43	0,37	0,46
<i>Stryphnodendron</i> sp.	0,09 b	4,74 a	3,09 ab	1,22 b	4,85 a	0,013 b	0,79 ab	0,60 ab	0,22 b	1,0 a	0,14	0,17	0,19	0,18	0,21
<b>Papilionoideae</b>															
<i>Andira inermis</i> (Sw.) H.B.K.	2,73 a	2,74 a	2,64 a	2,54 a	3,16 a	1,06 ab	0,79 b	1,35 ab	0,94 ab	1,48 a	0,39	0,29	0,51	0,37	0,47
<i>Dalbergia</i> sp.	0,27	...	...	...	...	0,18	...	...	...	...	0,67	...	...	...	...
<i>Platymiscium duckei</i> Huber	1,31 b	4,13 a	0,97 b	0,71 b	2,04 ab	0,46 b	1,75 a	0,44 b	0,38 b	0,81 b	0,35	0,42	0,45	0,54	0,40

<sup>(1)</sup>AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes. <sup>(2)</sup>Médias (de 5 plantas) seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan.



**Figura 2. Número de espécies epígeas e hipógeas, oriundas de áreas de terra firme, por classe de crescimento de mudas. Classe 1: inferior ou igual a 10 cm; Classe 2: de 10,1 a 30 cm; Classe 3: de 30,1 a 50 cm; Classe 4: de 50,1 a 70 cm; Classe 5: de 70,1 a 90 cm.**

substrato AREIA, mas não nodularam em um ou mais dos demais substratos, demonstraram que esses substratos não possuíam rizóbio compatível com essas espécies, ou apresentavam fatores limitantes à nodulação. Por este motivo, dependendo da espécie, estudos posteriores devem focar as necessidades de correção do solo e/ou da prática de inoculação. Embora não tenha havido uma correlação positiva entre classe de

crescimento e nodulação de todas as espécies, *Swartzia polyphylla* foi a espécie que apresentou a maior taxa de crescimento e o maior peso de nódulos em todos os substratos. A maioria das espécies revelou nódulos ativos (ARA) em todos os substratos, e a maior parte das estirpes isoladas eram de *Bradyrhizobium* sp. Características morfológicas e bioquímicas dessas estirpes podem ser encontradas em Moreira (1991) e Moreira et al. (1993).

**Quadro 5. Coeficientes de correlação entre crescimento em altura e tamanho da semente (comprimento) de 16 espécies de leguminosas arbóreas, oriundas de terra firme (TF), e de 33 espécies, oriundas de áreas inundadas (I), pertencentes às subfamílias Caesalpinioideae (C), Mimosoideae (M) e Papilionoideae (P)**

Origem das espécies		Substrato <sup>(1)</sup>				
		Areia	GH	Conv.	PV	PVad
TF	<sup>(2)</sup>	0,63*	0,52	0,68*	0,69*	0,79**
I	C	0,84**	0,70**	0,85**	0,80**	0,80**
	M	0,80**	0,56	0,18	0,87**	0,73**
	P	0,93**	0,90**	0,89**	0,86**	0,86**

<sup>(1)</sup> AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólio vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes. <sup>(2)</sup>As 3 subfamílias foram analisadas em conjunto devido ao número reduzido de espécies em cada uma, para análise individual.

\* Significativo ao nível de 5%. \*\* Significativo ao nível de 1%.

Algumas espécies, oriundas de áreas inundadas, apresentaram comportamento fisiológico característico de adaptação a seu habitat, perdendo suas folhas em alguns períodos de seu desenvolvimento (e.g. *Macrolobium acaciifolium*). Porém, as taxas de sobrevivência à repicagem de mudas de todas as espécies não diferiram, significativamente, dependendo de sua origem (terra firme ou áreas inundadas). Dentre os substratos, AREIA apresentou as maiores taxas de mortalidade, em torno de 5% (Quadro 8), o que pode ser explicado por sua baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes.

As áreas inundadas representam 25% da região amazônica, mas contribuem com 75% da madeira extraída. Considerando que o desmatamento das várzeas e igapós compromete, seriamente, ciclos biológicos importantes (Walker, 1991), é ecológica e economicamente importante o reflorestamento de áreas já desmatadas com espécies nativas. Estudos posteriores devem pesquisar o comportamento dessas espécies no campo. Leguminosas, como *Swartzia polyphylla*, *Vatairea guianensis*, *Mora paraensis*, e *Enterolobium maximum*, importantes do ponto de vista de utilização de suas madeiras e de produtos fitoquímicos (Ducke, 1949; Loureiro et al., 1979; Ribeiro et al., 1987) e com alta taxa de crescimento no viveiro, devem ser consideradas para plantios em larga escala.

**Quadro 6. Nodulação de espécies arbóreas, oriundas de áreas periodicamente inundadas da Amazônia, em cinco substratos no viveiro**

Subfamília/Espécie	Substrato <sup>(1)</sup>									
	Nódulos					Peso de nódulos				
	Areia	GH	Conv	PV	PVad	Areia	GH	Conv	PV	PVad
	n <sup>a</sup>					mg				
<b>Caesalpinioideae</b>										
<i>Campsiandra comosa</i> Bth. F 312 <sup>(4)</sup>	19,5 a <sup>(2)</sup>	5,3 ab	16,8 ab	6,7 ab	0,8 b	62 ab	12 b	73 a	25 ab	3 b
124 725	128,4 a	30,2 b	...	...	...	476 a	39 b	...	...	...
<i>Chamaecrista negrensis</i> Irwin & Barneby	2,7 b	39,8 a	...	...	83,2 a	9 b	170 a	...	...	286 a
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl. 138 801	6,0	3,0	14,0	1,0	0,0	6	6	31	...	0
138 812	1,8 ab	4,1 a	...	1,4 ab	0,0 b	5 ab	11 a	...	5 ab	0 b
<b>Mimosoideae</b>										
<i>Inga acreanum</i> Harms	86,9 a	13,0 b	14,6 b	3,3 b	64,7 a	123 b	138 b	55 b	29 b	332 a
<i>I. disticha</i> Bth.	15,5 a	7,4 a	20,8 a	0,3 b	0 b	8 ab	5 abc	13 a	7 bc	0 c
<i>Inga</i> sp.	60,0 a	72,6 a	77,6 a	41,3 a	33,6 a	243 a	262 a	231 a	276 a	277 a
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	61,2 a	96,3 a	...	...	12,1 a	395 ab	653 a	...	...	49 b
<i>P. arenarium</i> Ducke 133 591	4,1 a	0,5 a	2,8 a	...	2,4 a	5 a	3 a	9 a	...	37 a
F 327	18,6 a	9,8 a	18,2 a	11,4 a	6,0 a	22 a	18 a	29 a	14 a	14 a
<i>P. latifolium</i> (L.) Bth.	172,4 a	48,4 a	30,2 b	17,8 b	30,8 b	125 a	120 a	57 a	83 a	102 a
<i>P. multiflorum</i> (H.B.K.) Bth. 124 726	24,4 a	20,0 a	5,5 b	2,8 b	5,5 b	12 b	54 a	4 b	2 b	11 b
133 635	1,0	18,9 a	18,1 a	1,6 b	15,1 a	...	10 ab	8 b	3 b	27 a
<i>P. sanguineum</i> Bth.	49,1 a	2,1 c	21,1 ab	5,9 bc	7,9 bc	17 a	3 b	15 a	6 b	10 ab
<i>Pithecellobium</i> sp.	61,1 a	87,4 a	23,6 ab	4,3 c	10,9 bc	94 b	352 a	55 b	26 b	115 b
<b>Papilionoideae</b>										
<i>Clitoria amazonum</i> Mart ex Bth.	7,2 a	2,5 ab	7,7 a	0 b	0 b	10 a	8 a	8 a	0 a	0 a
<i>Ormosia excelsa</i> bth.	12,8 a	0 bc	2,0 b	0 bc	0 c	1 a	0 b	5 b	0 b	0 b
<i>O. macrocalyx</i> Ducke 133 851	2,0	113,3 a	12,9 a	25,6 a	60,2 a	...	27 a	23 a	74 a	53 a
138 782	57,1 a	21,2 ab	25,9 ab	0,2 c	5,8 b	73 a	65 ab	88 a	0 b	27 ab
<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	158,5 a	78,4 a	...	57,1 a	44,1 a	447 ab	224 b	...	727 a	753 a
<i>Swartzia</i> sp. 1	9,1 a	(+) <sup>(3)</sup>	0,4 b	5,2 a	8,1 a	73 ab	0 b	25 ab	108 a	57 ab
<i>Swartzia</i> sp. 2	5,3 a	0,0 b	8,4 a	0,0 b	3,3 a	18 a	0 b	31 a	0 b	16 a
<b>Percentagem de espécies noduladas</b>	<b>100</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>77</b>					

<sup>(1)</sup> AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólio vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes. <sup>(2)</sup> Médias (de 5 plantas) seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan. <sup>(3)</sup> Nódulos presentes mas não avaliados. <sup>(4)</sup> N<sup>o</sup> registro no herbário das diferentes procedências da espécie.

Obs.: A procedência 124726 de *Pithecellobium multiflorum* nodulou no substrato AREIA e *Pithecellobium adiatifolium* nodulou nos substratos AREIA e CONV e não nodulou em PVad. As espécies dos gêneros nodulíferos *Sclerolobium* e *Swartzia* (*S.* sp 3) não nodularam no viveiro.



**Quadro 7. Nodulação de espécies de leguminosas arbóreas, oriundas de terra firme da Amazônia, em cinco substratos no viveiro**

Subfamília/Espécie	Substrato <sup>(1)</sup>									
	Nódulos					Peso de nódulos				
	Areia	GH	Conv	PV	PVad	Areia	GH	Conv	PV	PVad
nº					mg					
<b>Mimosoideae</b>										
<i>Calliandra tenuiflora</i> Bth.	0 b <sup>(2)</sup>	0,3 a	0 b	0 b	0 b	0 b	9 a	0 b	0 b	0 b
<i>Enterolobium maximum</i>										
<i>Ducke</i>	51,6 a	11,1 b	10,8 b	1,0 c	0, 2c	147 a	40 bc	95 ab	18 bc	4 c
<i>Inga calantha</i> Ducke	0,4 b	2,8 a	4,6 a	0 b	44,4 a	2 b	3 b	7 ab	0 b	15 a
<i>Inga ingoides</i> (Rich.)										
Willd	2,6 ab	3,2 ab	1,1 b	6,3 a	2,7 ab	7 a	6 a	7 a	15 a	19 a
<i>Inga</i> sp. 1	2	4	2	1	0	6	10	3	2	0
<i>Inga</i> sp. 2	2	(+) <sup>(3)</sup>	1	0	6	2	...	2	0	14
<i>Pithecellobium cauliflorum</i> (Wild) Bth.	54,6 a	13,4 bc	24,6 ab	11,6 bc	5,8 c	33 a	12 b	33 a	22 ab	12 b
<i>Strypnodendron</i> sp.	2,5 ab	0,2 b	3,6 a	0,2 b	0 b	6 ab	...	19 a	1 b	0 b
<b>Papilinoideae</b>										
<i>Andira micrantha</i> Ducke	13,4 a	0,3 b	...	...	...	139 a	11 a	...	...	...
<i>Dalbergia</i> sp.	(+)	0	0	0	(+)	...	0	0	0	...
<i>Platymiscium duckei</i>										
Huber	45,5 a	15,5 b	1,52 c	0,15 c	0,24 c	64 a	5,6 a	7 b	1 b	2 b
<b>Percentagem de espécies noduladas</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>70</b>					

(1) AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes. (2) Médias (de 5 plantas) seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Duncan. (3) Nódulos presentes, porém não houve avaliação.

Obs.: *Andira inermis* foi observada com nódulos no campo, mas não nodulou no viveiro.

**Quadro 8. Sobrevivência de 33 espécies de leguminosas, oriundas de áreas inundadas (I), e de 16 espécies, oriundas de terra firme (TF), após transplante de plântulas, obtidas por germinação em caixas de areia, para diferentes substratos, no viveiro**

Origem das espécies		Substrato <sup>(1)</sup>						Total
		Areia	GH	Conv	PV	PVad		
I	Nº total de plântulas	473	423	312	291	399	1898	
	Indivíduos mortos	Nº	22	16	4	11	15	68
		%	4,6	3,8	1,3	3,8	3,8	3,6
TF	Nº total de plântulas	161	173	136	149	148	767	
	Indivíduos mortos	Nº	8	3	7	7	4	29
		%	5,0	1,7	5,2	4,7	2,7	3,8

(1) AREIA - areia lavada com inóculo misto de 100 estirpes de rizóbio + adubação (por saco) de: 3 mL CaSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 2 mL Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup>, 4 mL MgSO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL solução de micronutrientes (por litro: 2,86 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,81 g MnCl<sub>2</sub>; 0,22 g ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O; 0,8 g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O; 0,02 g MoO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O e 0,02 g CoCl<sub>2</sub>); GH - horizonte A de solo glei húmico coletado na várzea do Rio Solimões; CONV - substrato convencional de viveiro consistindo de mistura de argila e areia na proporção 3:2 (V/V); PV - Horizonte A de podzólico vermelho-amarelo coletado na Reserva Floresta Ducke (Manaus) e PVad - substrato PV adubado (por saco) com: 3 g de calcário dolomítico, 0,2 g de superfosfato simples, 0,2 g de fosfato de rocha (Bauxita do Maranhão), 4 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mol L<sup>-1</sup> e 1 mL de solução de micronutrientes.

## CONCLUSÕES

1. Algumas espécies cresceram melhor nos substratos de maior fertilidade: GH e PVad, indicando que são mais exigentes em termos nutricionais.

2. As espécies oriundas de áreas inundadas apresentaram taxas de crescimento maiores que as oriundas de terra firme.

3. De modo geral, houve correlação significativa entre tamanho de sementes e crescimento em altura das espécies nos cinco substratos.

4. As espécies estudadas apresentaram alto índice de sobrevivência após transplante de sementeira para os substratos no viveiro.

5. O melhor substrato para crescimento dessas espécies foi o GH e, para nodulação, o substrato AREIA.

## LITERATURA CITADA

- AUNG, L.H. Root-shoot relationships. In: CARSON, E.W., ed. The plant root and its environment. Charlottesville University Press of Virginia, 1978. p.29-61.
- DILWORTH, M.J. Acetylene reduction by nitrogen-fixing preparations from *Clostridium pasteurianum*. Biochem. Biophys. Acta., Amsterdam, 127:285-294, 1966.
- DUCKE, A. Notas sobre a flora neotropical. II. As leguminosas da Amazônia Brasileira, Belém, IAN, 1949. p. 1-249. (Boletim Técnico, 18)
- FERNANDES, N. & SAMPAIO, P.T.B. Silvicultura de espécies florestais (Plantios). In: VAL, A.L.; FIGLIUOLO, R. & FELDBERG, E. eds. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. Manaus, INPA, 1991. v.1. p. 207-213.
- FRANCO, A.A. & FARIA, S.M. The contribution of nitrogen-fixing trees to land reclamation and sustainability in the tropics. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR THE TROPICS - THE ROLE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION, Angra dos Reis, 1995. Abstracts, Angra dos Reis, EMBRAPA-CNPAB, 1995, p.44.
- JANSEN, M.R.A. & ALENCAR, J.C. Contribuição à reposição florestal no estado do Amazonas. In: VAL, A.L.; FIGLIUOLO, R. & FELDBERG, E. eds. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. Manaus, INPA, 1991. v.1. p.187-205.
- LOUREIRO, A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J.C. Essências madeiras da Amazônia. INPA/SUFRAMA. 1979. v.1. 245p.
- LOUREIRO, A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J.C. Essências madeiras da Amazônia. INPA/SUFRAMA. 1979. v.2. 187p.
- McKEY, D.M. Legumes and nitrogen: The evolutionary ecology of a nitrogen-demanding lifestyle. In: SPRENT, J.I. & McKEY, D.M., eds. Advances in legume systematics. 5. The nitrogen factor. Kew, Royal Botanic Gardens, 1994. p.211-228.
- MOREIRA, F.M.S. Caracterização de estirpes de rizóbio isoladas de espécies florestais pertencentes a diversos grupos de divergência de Leguminosae introduzidas ou nativas da Amazônia e Mata Atlântica. Rio de Janeiro, UFRJ, 1991. (Tese de Doutorado)
- MOREIRA, F.M.S. Nodulação e crescimento de leguminosas em dois solos da Amazônia. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 19:197-204, 1995.
- MOREIRA, F.M.S. & MOREIRA, F.W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. Acta Amazôn., Manaus, 26:3-16, 1996.
- MOREIRA, F.M.S.; GILLIS, M.; POT, B.; KERSTERS, K. & FRANCO, A.A. Characterization of rhizobia isolated from different divergence groups of tropical Leguminosae by comparative polyacrylamide gel electrophoresis of their total proteins. System. Appl. Microbiol., Washington, 16:135-146, 1993.
- RIBEIRO, M. N.S.; ZOGHBI, M.G.B.; SILVA, M.L.; GOTTLIEB, O.R. & REZENDE, C.M.M. Cadastro fitoquímico brasileiro. Manaus, INPA/FUA, 1987. 112p.
- SARRIÉS, G.A.; OLIVEIRA, J.V.C. & ALVES, M.C. SANEST, Piracicaba, CIAGRI, 1992. 80 p. (Série Didática CIAGRI, 6)
- SILVA, M.F.; GOLDMAN, G.H.; MAGALHÃES, F.M.M. & MOREIRA, F.W. Germinação natural de 10 leguminosas arbóreas da Amazônia I. Acta Amaz., Manaus, 18:9-26, 1988.
- SPRENT, J.I. Nitrogen acquisition systems in the Leguminosae. In: SPRENT, J.I. & McKEY, D.M., eds. Advances in legume systematics; the nitrogen factor. Parte 5. Kew, Royal Botanic Gardens, 1994. p.1-16.
- VINCENT, J.M. A manual for the practical study of the root nodule bacteria. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1970. 164p.
- WALKER, I. Algumas considerações sobre um programa de zoneamento da Amazônia. In: VAL, A.L.; FIGLIUOLO, R. & FELDBERG, E. eds. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. Manaus, INPA, 1991. v.1. p.37-46.