

# Temperatura ótima para a germinação das sementes de trinta espécies florestais da amazônia

## *Optimum temperature for seed germination of thirty tree species from the amazon*

Isolde Dorothea Kossmann Ferraz<sup>(1)</sup> e Vânia Palmeira Varela<sup>(2)</sup>

**RESUMO:** Foram selecionadas para o estudo 30 espécies de árvores oriundas de florestas de terra firme, nas proximidades de Manaus, na Amazônia Central. O efeito da temperatura sobre a emissão da raiz primária foi avaliada em um gradiente de temperaturas constantes entre 15 e 40°C com intervalo de 5°C. Todos os experimentos foram acompanhados regularmente até o processo de germinação atingir a estabilização. Quando necessário, foram aplicados tratamentos para superar a dormência das sementes antes da semeadura. Baseando-se na avaliação estatística, a temperatura ótima ou de maior eficiência foi determinada quando a maior capacidade de germinação foi alcançada em menor tempo. Considerando-se todas as 30 espécies, as temperaturas de maior eficiência foram localizadas entre 25 a 35°C. A temperatura de 30°C foi a mais indicada para a emissão da raiz primária de 87% das espécies estudadas. Para muitas espécies a capacidade de germinação foi pouco afetada em uma faixa de temperatura bastante extensa, enquanto que em outras, um aumento ou uma diminuição de temperatura de 5°C, provocou efeitos significativos. Verificou-se que as espécies são bastante heterogêneas quanto às exigências de temperatura para a germinação, apesar das árvores deste estudo co-ocorrerem em florestas de terra firme nos arredores de Manaus. Muitas espécies florestais necessitam um período longo para o desenvolvimento de uma “plântula normal”, tornando este critério impraticável em testes de rotina de germinação. A emissão da raiz na temperatura ótima pode ser considerada um critério útil para avaliar a viabilidade das sementes, pois necessita menos tempo. Desta forma, as informações fornecidas sobre as 30 árvores amazônicas podem ser aplicadas na avaliação da qualidade das sementes.

**Palavras-chave:** Sementes florestais; floresta de terra firme; Amazônia Central; emissão da

<sup>1</sup><sup>2</sup>/Pesquisadora CPST-INPA

radícula.

**SUMMARY:** Thirty tree species, native to non-flooded forests near Manaus in Central Amazon, were selected for this study. The effect of temperature on radicle protrusion was tested in a gradient of constant temperatures between 15 and 40°C at 5°C intervals. All experiments were observed regularly until the germination process came to stagnation. Dormancy was overcome before the germination trial, when necessary. According to the statistical evaluation optimal temperature or that with greatest efficiency was detected when highest germination percentage occurred in the shortest time. For all 30 species the temperature with greatest efficiency was located somewhere between 25 and 35°C. 30°C was the most efficient temperature for root protrusion for 87% of the species. In many species, a large range of temperatures had no effect on germination capacity; in others a 5°C higher or lower temperature resulted in significant differences. In spite of being native to the non-flooded forest near Manaus, the tree species of this study showed a highly varied pattern relative to seed germination temperature requirements. Many forest species need a long time for “normal seedling development”, which makes this criterion impracticable for routine germination tests. Radicle protrusion under optimum temperature conditions may be considered as a useful criterion in a viability test, as it needs less time. The information given on the 30 Amazon tree species may therefore be applied in seed quality testing.

**Key-words:** Tree seeds; terra-firme forest; Central Amazon; germination temperature; radicle protrusion.

## INTRODUÇÃO

Processos biológicos são influenciados pela temperatura e o efeito desta sobre qualquer processo mostra, normalmente, as três temperaturas cardeais clássicas (temperaturas mínima, máxima e ótima) em forma de uma curva em concha assimétrica, na qual a temperatura ótima está sempre mais perto da máxima do que da mínima (Pisek *et al.*, 1973). Desta forma, a temperatura ambiental é um dos fatores que afetam o processo de germinação das sementes e o intervalo de temperatura que permite este processo é característico para cada espécie. Apesar da capacidade de germinação ser normalmente pouco afetada em um intervalo de temperatura bastante grande, há efeito contínuo da temperatura sobre a velocidade do processo. Sob condições ótimas de temperatura as sementes apresentam a maior eficiência de germinação, sendo a maior capacidade no menor tempo e as temperaturas mínimas e máximas apresentam limites onde abaixo e acima, respectivamente, não ocorre mais germinação (veja por exemplo: Mayer & Poljakoff-Maiber, 1989; Bewley & Black, 1994).

As temperaturas cardeais, apesar de serem características para diferentes espécies de plantas, podem alterar durante o desenvolvimento da planta (Pisek *et al.*, 1973), como também ser diferente para os diversos órgãos da mesma planta. Assim, o crescimento do sistema radicular e da parte aérea pode apresentar diferenças no requerimento de temperatura (Peacock, 1975). Porém, a temperatura ótima de um processo biológico é normalmente correlacionada com a temperatura ambiental da região de ocorrência natural da espécie, na época do fenômeno biológico. Desta forma, a temperatura de germinação é normalmente correlacionada com as condições ambientais da época de germinação no ambiente natural.

O efeito da temperatura na germinação foi investigado detalhadamente nas últimas décadas, principalmente, para espécies herbáceas. Uma compilação recente destes estudos pode ser encontrada nas revisões de Probert (1992) e Baskin & Baskin (1998). Porém, pouca atenção foi dada até agora para as sementes florestais, menos ainda para as sementes de árvores tropicais.

O efeito da temperatura na germinação destas sementes parece ser bastante variável.

Sementes de algumas espécies germinam em um amplo intervalo de temperaturas, por exemplo, ambas *Magnifera indica* e *Shorea roxburgii*, germinam entre 5°C e 35°C (Corbineau & Come, 1988). Outras espécies como *Pterogyne nitens* (Nassif & Perez, 2000) e *Maquira sclerophylla* (Miranda & Ferraz, 1999) apresentam um intervalo mais restrito, pois não toleraram resfriamento. A temperatura ótima de germinação também varia, sendo de 20°C para *Myroxylon balsamum* (Borges et al., 1980) e *Jacaranda micrantha* (Ramos & Bianchetti, 1984); 27-30°C para *Peltophorum dubium* (Perez et al., 1998) e 38,8°C para *Enterolobium contorsiliquum* (Lima et al., 1997).

O entendimento dos requerimentos de germinação de espécies nativas, enfocando o fator da temperatura, assume papel importante na pesquisa aplicada. Os resultados podem contribuir para maior entendimento da abrangência da distribuição geográfica das espécies e suas estratégias de estabelecimento. Os resultados também são importantes para estudar a adaptabilidade de populações e ecotipos, visando pressões causadas pelas mudanças climáticas e uma utilização futura mais intensa pelo cultivo. Além disso, o conhecimento da temperatura apropriada para um teste de germinação é fundamental para o controle de qualidade das sementes, sendo um pré-requisito para a comercialização das sementes. Portanto, os conhecimentos sobre o efeito de temperatura na germinação contribuem para que espécies nativas, ainda pouco conhecidas, possam ser utilizadas em escala comercial em programas de reflorestamento.

Neste estudo a emissão da raiz primária de sementes não dormentes de 30 espécies florestais, nativas de floresta de terra firme da Amazônia Central foi determinada sob gradiente de temperaturas constantes entre 15 e 40°C.

## MATERIAL E MÉTODOS

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região de Manaus é do tipo Am. A temperatura média anual é de 26,7°C, variando entre 27,9°C (setembro) a 25,8°C (fevereiro). O regime pluviométrico define duas estações: uma seca e outra chuvosa. A precipitação média anual é de 2.186 mm, sendo os meses de julho a setembro os meses mais secos (cerca de 100mm/mês) e os mais chuvosos os meses de março e abril (cerca de 300mm/mês) (Lovejoy & Bierregaard, 1990; Salati et al., 1991).

O termo "terra-firme" é aplicado às florestas que não sofrem inundações sazonais pela cheia dos rios, diferenciando assim das florestas de várzea e igapó. O solo é, geralmente, muito pobre em nutrientes e varia conforme o relevo entre argiloso nos platôs e arenoso nos baixios. O dossel, com altura entre 35 e 40m, possui muitas árvores emergentes nos platôs, porém poucas árvores emergentes nos baixios que, geralmente, alcançam entre 20 a 35m (Ribeiro et al., 1999).

A biodiversidade nestas florestas é alta, principalmente para as espécies arbóreas. No levantamento recente da flora da Reserva Florestal Adolpho Ducke, perto de Manaus, foram listadas 2.103 espécies de espermatófitos, sendo que cerca de 50% eram árvores (1.077 espécies) e outras 9% arvoretas e arbustos (193 espécies; Ribeiro et al., 1999).

Para este estudo foram selecionadas 30 espécies que ocorrem em florestas de terra firme na Amazônia Central (Tabela 1). A seleção foi baseada, em primeiro lugar, no valor comercial das espécies exploradas pela indústria madeireira ou na importância pelo extrativismo, como por exemplo, pau-rosa (*Aniba roseodora*), sorva e sorvinha (*Couma guianensis* e *C. utilis*) e açaí (*Euterpe precatoria*). A maioria das espécies selecionadas pode ser classificada como espécies da sucessão tardia ou espécies que ocorrem em florestas maduras ("old growth forests"). Somente três árvores apresentaram características de espécies pioneiras: sumaúma-brava ou algodão-bravo (*Cochlospermum orinoccense*), caroba

(*Jacaranda copaia*) e pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). Todas as espécies ocorrem na região de Manaus, com exceção de *Ochroma pyramidale*. Esta espécie apesar de ser nativa da região Amazônica foi introduzida nas proximidades de Manaus (Ribeiro *et al.*, 1999). Caroba e pau-de-balsa são espécies madeireiras e estão sendo utilizadas na revegetação de áreas degradadas (Salazar, 1999; Barbosa *et al.*, 2002).

Os frutos e sementes foram coletados nas florestas de terra-firme nas proximidades de Manaus. A grande maioria das coletas foi feita na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RD) e na Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST), ambas pertencentes ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e localizadas ao Norte de Manaus. A RD possui uma área de 10.000 hectares de floresta de terra-firme e está situada no km 25 da AM-010. A EEST possui uma área de 21.000 hectares, com uma vegetação similar da RD e está localizada no km 45 da BR-174. Sementes de algumas espécies foram coletadas em outras localidades perto de Manaus (Tabela 1).

Frutos e/ou sementes foram coletados sempre na época da dispersão natural e levados em sacos plásticos ao laboratório. A extração das sementes foi feita imediatamente e, naquelas que apresentavam dormência, foram aplicados tratamentos de quebra de dormência, antes da semeadura (Tabela 1).

A germinação foi testada em câmaras de germinação das marcas Fanem® e LMS® nas temperaturas constantes e precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Foram comparadas seis diferentes temperaturas entre  $15^\circ\text{C}$  e  $40^\circ\text{C}$  com intervalo de  $5^\circ\text{C}$ . O fotoperíodo foi de 12 horas com intensidade de aproximadamente  $70 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de radiação fotossintética fornecida por lâmpadas brancas fluorescentes. Conforme o tamanho das sementes, foram utilizados para o teste de germinação caixas gerbox transparentes (11 x 11 x 4cm) ou vidros transparentes (29 x 17 x 4cm), utilizando-se como substrato papel de filtro ou vermiculita. Os substratos foram umedecidos com água destilada e todos os recipientes foram mantidos em sacos plásticos finos ( $\pm 0,003\text{mm}$ ) e transparentes, para evitar o dessecamento excessivo. As sementes foram semeadas acima do substrato para facilitar a observação da emissão da raiz. Quando necessário, no caso de contaminação por fungos, as sementes foram lavadas com água destilada e o substrato foi substituído. As sementes que emitiram raiz primária com pelo menos 2mm de comprimento com curvação geotrópica positiva foram consideradas como germinadas. No final dos experimentos, as sementes foram examinadas e cortadas quando necessário, para verificar se elas continuavam vivas ou estavam mortas.

Os parâmetros avaliados foram a percentagem final de germinação e o tempo médio de germinação (média do tempo necessário para a emissão da raiz primária) (Labouriau, 1983). Normalmente, quatro repetições foram avaliadas para cada temperatura. Porém, devido ao grande tamanho de algumas sementes e a quantidade disponível, foi necessário fazer ajustes, tanto na quantidade de sementes utilizadas em cada repetição como no número de repetições (Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os dados de percentagem de germinação transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$  e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura regula a germinação de três formas, através da capacidade de germinação, da velocidade do processo e da superação e/ou indução da dormência. Uma interação entre o efeito da temperatura sobre a germinação com a quebra de dormência, é normalmente difícil de ser distinguida (Bewley & Black, 1994). Neste estudo, a possibilidade desta interação foi cuidadosamente excluída, pois todas as sementes dormentes receberam tratamentos

Tabela 1 - Informações sobre local e época de coleta dos frutos e sementes das espécies estudadas, tratamentos pré-germinativos aplicados nas sementes dormentes, substratos utilizados e número de sementes por repetição nos ensaios de germinação.

	Nome científico Nome vulgar	FAM	Local e data de coleta	Substrato para germinação (n = ***)	Tratamento pré-germinativo
1	<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke pau-rosa	LAU	RD ago /93	papel 4 x 20	retirada do tegumento
2	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Ponpl. castanha-do-brasil	LEC	Faz. Aruanã set-nov /95	vermiculita 4 x 25	retirada do tegumento e aplicação fungicida (*)
3	<i>Brosimum rubescens</i> Taub. pau-rainha	MOR	RD mar /95	papel 2 x 25	sem
4	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke tanimbuca	COM	EEST abr /97	vermiculita 4 x 25	sem
5	<i>Buchenavia macrophylla</i> Eichler tanimbuca	COM	EEST abr /97	vermiculita 4 x 25	sem
6	<i>Buchenavia viridiflora</i> Ducke tanimbuca	COM	EEST abr /97	vermiculita 4 x 25	sem
7	<i>Calophyllum angulare</i> A. C. Smith jacareúba	CLU	RD fev /98	vermiculita 4 x 25	sem
8	<i>Carapa guianensis</i> Aubl. andiroba	MEL	RD abr /95	vermiculita 2 x 25	retirada do tegumento
9	<i>Carapa procera</i> D.C. andiroba	MEL	RD abr /93; jan-mai /94	vermiculita 5 x 20	sem
10	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke castanha-de-macaco	LEC	RD ago /96	papel 4 x 25	sem
11	<i>Cedrelinga cataeniformis</i> Ducke cedrorana	MIM	RD fev /98	vermiculita 2 x 25	sem
12	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz. & Pav. guariuba	MOR	RD fev /98	vermiculita 4 x 25	sem
13	<i>Cochlospermum orinoccense</i> (H. B. K.) Steud. algodão-bravo	COCH	INPA set /96	vermiculita 4 x 25	sem

Tabela 1 (continuação)

	Nome científico Nome vulgar	FAM	Local e data de coleta	Substrato para germinação (n = ***)	Tratamento pré-germinativo
14	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne copaíba	CAES	RD jul /91	vermiculita 3 x 20	sem
15	<i>Couma guianensis</i> Aubl. sorva	APO	RD jan-fev /94 mar-abr /95	papel 8 x 25	sem
16	<i>Couma utilis</i> (Mart.) Müll. Arg. sorvinha	APO	EEFT jul /92	papel 4 x 25	sem
17	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke Angelim-pedra	MIM	RD ago /99	papel (**) 4 x 25	desponte
18	<i>Diploptropis</i> sp. sucupira-preta	FAB	RD fev /98	vermiculita 3 x 25	sem
19	<i>Dipteryx magnifica</i> Ducke cumarurana	FAB	RD mar /97	vermiculita 3 x 25	sem
20	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd. cumarú	FAB	EEST set /97	vermiculita 4 x 25	retirada do endocarpo
21	<i>Enterolobium schomburkii</i> Benth. orelha-de-macaco	MIM	INPA set/95	papel 4 x 25	desponte
22	<i>Euterpe precatória</i> Mart. açai	AREC	RD mai /94	vermiculita 4 x 50	sem

EEST Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, km 43 BR 174  
 EEFT Estação Experimental de Fruticultura Tropical do INPA, km 39 BR 174  
 Faz. Aruanã Fazenda Aruanã, km 210 AM 010  
 INPA Campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo 2963, Manaus-AM  
 P. Figueiredo Presidente Figueiredo, km 120 BR 174  
 RD Reserva Florestal Adolpho Ducke, km 25 AM 010  
 Tarumã Floresta do igarapé do Tarumã, município de Manaus  
 (\*) Submersão das sementes em solução de 0,6g Benlate e 1,8g Dithane M45 em 1 litro de água  
 (\*\*) Umedecimento das sementes com solução aguosa de Nistatina 1: 10.000  
 (\*\*\*) repetições e número de sementes testados

pré-germinativos. Na Tabela 2, são listados os resultados da germinação das 30 espécies florestais de terra-firme dos arredores de Manaus, obtidos no gradiente de temperatura entre 15°C e 40°C. A capacidade de germinação em percentagem e a velocidade do processo, indicada pelo tempo médio necessário para a emissão da raiz primária, são indicadas. Conforme o teste de comparação das médias, os resultados da capacidade de germinação foram marcados com letras maiúsculas e o tempo de germinação com letras minúsculas. Para cada espécie foi marcada com sombreado quando a maior taxa de germinação ("A") foi alcançada em menor tempo (normalmente "a"), indicando assim a temperatura ótima de germinação.

Observando-se as áreas sombreadas na Tabela 2, verifica-se que a maior eficiência de germinação localizou-se dentro da faixa de temperatura de 25 a 35°C, para todas as espécies. Apenas seis espécies não apresentaram diferença estatística entre os valores alcançados na temperatura de 25°C com a de 20°C. Para as demais, 20°C já estava abaixo da temperatura ótima.

Uma distribuição de freqüência da temperatura ótima pode ser feita observando-se as colunas da Tabela 2 e calculando-se a percentagem das espécies para quais esta temperatura resultou na maior eficiência de germinação (Figura 1). Para 87% das espécies estudadas, a temperatura de 30°C pode ser indicada como ótima para a emissão da raiz primária. Esta temperatura foi mais próxima da máxima do que da mínima. A aproximação da temperatura ótima da temperatura máxima é uma característica comum em plantas (Pisek *et al.*, 1973). Portanto, o intervalo de temperatura para as espécies deste estudo foi entre 25°C e 35°C, uma faixa de temperatura mais alta do que 20 a 30°C, geralmente recomendada para espécies tropicais e subtropicais (Borges & Rena, 1993).

Verificou-se também que as espécies são bastante heterogêneas quanto as exigências de temperatura para a germinação, apesar das árvores deste estudo co-ocorrerem em florestas de terra firme nos arredores de Manaus, elas não apresentaram temperatura ótima de germinação em comum. Baseando-se na grande heterogeneidade encontrada, não é possível fazer uma previsão da temperatura ótima de germinação para outras espécies amazônicas de terra firme. Há, portanto, necessidade de uma determinação individual para cada espécie que seja de interesse.

Outros estudos com espécies tropicais revelaram também grande variação na temperatura ótima de germinação. A temperatura de 20°C foi indicada, por exemplo, para *Myroxylon balsamum* (Borges *et al.*, 1980), *Aspidosperma polyneuron* e *Jacaranda micrantha* (Ramos & Bianchetti, 1984); 25°C para *Mimosa scrabella* (Ramos & Bianchetti, 1984) *Parapitadenia rigida* (Amaral *et al.*, 1978), 27°C para *Pterogyne nitens* (Nassif & Perez, 2000), 27-30°C para *Peltophorum dubium* (Perez *et al.*, 1998) e 30°C para *Ceiba pentandra* (Varela *et al.* 1999) e *Maquira sclerophylla* (Miranda & Ferraz, 1999). A temperatura mais alta encontrada foi de 38.8°C para *Enterolobium contortisiliquum* (Lima *et al.*, 1997).

Quando as árvores não são submetidas a uma variação sazonal pronunciada, como nos trópicos, supõe-se que a velocidade do processo de germinação pode ter menor importância para o estabelecimento das plântulas e, conseqüentemente para a sobrevivência da espécie, do que em áreas com sazonalidade, quando o período para a germinação é limitado.

Observando-se somente a maior capacidade de germinação (letra "A" da Tabela 2) de cada espécie, pode ser feita da mesma forma uma distribuição de freqüência (Figura 1). O intervalo de temperaturas que resultou na máxima capacidade de germinação foi bastante amplo para a maioria das espécies e ultrapassou o intervalo estudado. O limite máximo situou-se entre 35 e 40°C e o limite mínimo abaixo de 15°C.

Entre 1980 e 1990, a temperatura de 15°C nunca foi registrada na Reserva Ducke.

Tabela 2 - Efeito da temperatura na germinação de sementes de 30 espécies arbóreas ocorrentes em terra-firme ao redor de Manaus (AM) considerando-se a emissão da raiz primária (%) e o tempo médio (dias) de germinação. (As temperaturas consideradas ótimas, que resultaram na maior percentagem em menor tempo de germinação foram indicadas na tabela com sombreadimento).

ESPÉCIES	TEMPERATURA DE GERMINAÇÃO												GRUPO
	15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		
	germinação (%)	tempo (d)	germinação (%)	tempo (d)	germinação (%)	tempo (d)	germinação (%)	tempo (d)	germinação (%)	tempo (d)	germinação (%)	tempo (d)	
<i>Dipteryx odorata</i> (1)	90 A	17 b	96 A	11 a	82 A	10 a	88 A	8 a	83 A	9 a	15 B	19 a	I
<i>Carapa procera</i> (1)	35 AB	28 b	73 A	14 ab	72 A	11 ab	92 A	7 ab	82 A	9 ab	5 B	6 a	
<i>Couma guianensis</i>	n.d. --	--	28 A	24 a	24 A	26 a	9 A	22 a	8 A	19 a	n.d. --	--	
<i>Cariniana micrantha</i>	66 AB	31 b	80 A	16 a	78 AB	22 a	65 AB	18 a	43 B	37 b	n.d. --	--	II
<i>Peltogyne paniculata</i>	69 BC	23 b	80 AB	12 a	88 A	9 a	84 AB	8 a	55 C	20 b	n.d. --	--	
<i>Buchenavia grandis</i>	83 A	43 c	85 A	22 b	85 A	17 ab	78 A	16 a	76 A	21 ab	n.d. --	--	
<i>Buchenavia macrophylla</i>	23 A	38 c	32 A	23 bc	21 A	18 ab	24 A	18 ab	13 A	17 ab	n.d. --	--	
<i>Buchenavia viridiflora</i>	64 A	55 c	72 A	30 b	67 A	22 a	69 A	20 a	69 A	19 a	n.d. --	--	
<i>Cedrelinga cataenifolmis</i>	94 A	6 c	94 A	5 b	98 A	4 ab	92 A	3 a	96 A	3 a	n.d. --	--	
<i>Dipteryx magnifica</i>	81 A	14 b	83 A	12 b	83 A	8 a	73 A	6 a	75 A	6 a	n.d. --	--	
<i>Parkia discolor</i> (1)	65 A	11 c	96 A	5 b	95 A	4 ab	96 A	3 ab	96 A	3 a	n.d. --	--	
<i>Enterolobium schomb.</i> (1)	93 A	8 b	97 A	5 a	98 A	4 a	99 A	4 a	96 A	4 a	n.d. --	--	
<i>Youcacoupa palidor</i>	8 B	78 c	66 A	48 b	88 A	29 a	82 A	17 a	59 A	17 a	0 B	--	
<i>Diplotropis sp.</i>	69 B	10 cb	77 AB	11 c	88 A	9 abc	91 A	7 ab	91 A	6 a	n.d. --	--	
<i>Brosimum rubescens</i>	n.d. --	--	80 A	17 b	92 A	11 a	90 A	10 a	82 A	9 a	n.d. --	--	
<i>Cochlospermum ornocense</i>	62 AB	38 d	76 AB	19 ab	78 A	14 a	62 B	23 bc	33 C	27 c	n.d. --	--	
<i>Jacaranda copaia</i>	0 C	--	70 A	21 b	68 A	13 a	59 AB	13 a	36 B	15 a	0 C	--	
<i>Euterpe precatoria</i>	n.d. --	--	100 A	41 b	95 A	31 a	96 A	34 a	76 B	47 c	n.d. --	--	
<i>Helicostylis tomentosa</i> (1)	0 B	--	75 A	40 c	69 A	14 ab	76 A	11 a	59 A	26 b	n.d. --	--	
<i>Aniba rosaeodora</i> (1)	n.d. --	--	74 B	53 b	84 AB	42 ab	91 A	33 a	88 AB	50 b	n.d. --	--	
<i>Copaifera multijuga</i>	n.d. --	--	83 A	39 c	77 A	21 b	78 A	15 a	78 A	12 a	n.d. --	--	III
<i>Getsoospermum sp.</i>	54 A	69 d	78 A	42 c	72 A	27 b	82 A	18 ab	74 A	15 a	n.d. --	--	
<i>Bertholletia excelsa</i> (1)	0 B	--	41 A	35 c	57 A	29 bc	73 A	21 ab	46 A	15 a	n.d. --	--	
<i>Ochroma pyramidale</i> (1)	37 BC	26 b	40 BC	19 b	53 B	20 b	80 A	21 b	85 A	19 b	25 C	8 a	
<i>Simarouba amara</i> (1)	0 D	--	61 C	16 b	68 BC	8 a	83 AB	7 a	89 A	7 a	n.d. --	--	
<i>Dinizia excelsa</i> (1)	54 BC	14 d	79 AB	9 c	90 A	6 a	24 CD	8 bc	20 DE	8 b	2 E	9 bc	IV
<i>Couma utilis</i>	n.d. --	--	89 A	31 b	86 AB	19 a	67 B	25 ab	16 C	43 c	0 D	--	
<i>Clarisia racemosa</i>	94 A	22 d	94 A	14 c	98 A	9 b	93 A	7 a	95 A	9 b	0 B	--	
<i>Calophyllum angulare</i>	56 B	32 c	72 AB	32 c	80 AB	24 b	85 A	19 a	89 A	25 b	n.d. --	--	
<i>Carapa guianensis</i> (1)	n.d. --	--	0 C	--	10 BC	18 a	22 B	14 a	54 A	18 a	n.d. --	--	
Média (Desvio Padrão)	52.0 (32.9)	29.6 (20.3)	72.4 (23.1)	23.0 (13.5)	74.8 (22.5)	16.6 (9.4)	73.4 (23.9)	14.5 (8.3)	65.4 (27.2)	17.8 (12.6)	5.9 (9.3)	10.5 (5.8)	
Número de espécies	23 = 100%		30 = 100%		30 = 100%		30 = 100%		30 = 100%		8 = 100%		
Número de espécies com capacidade máxima de germinação	13 = 57%		26 = 87%		27 = 90%		26 = 87%		23 = 77%		0 = 0%		
Número de espécies com eficiência máxima de germinação	0 = 0%		6 = 20%		22 = 73%		26 = 87%		19 = 63%		0 = 0%		

1) Tratamento pré-germinativo aplicado conforme tabela 1



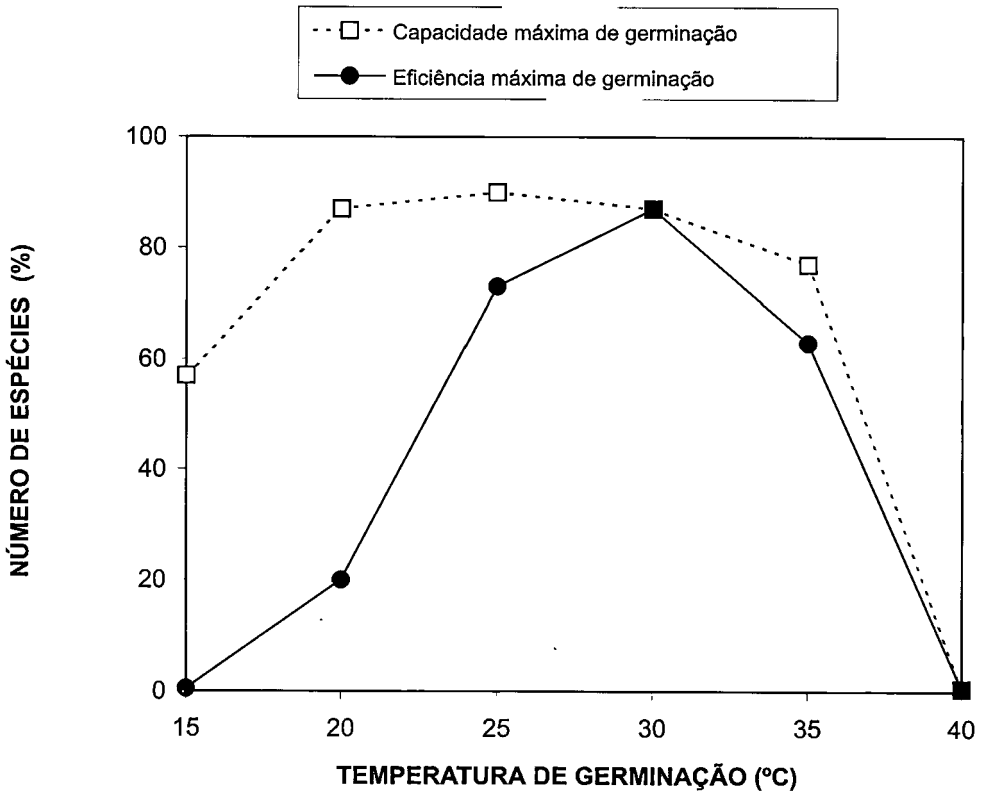


Figura 1 - Efeito da temperatura na emissão da raiz primária de 30 espécies florestais de terra firme nas proximidades de Manaus (AM) conforme os resultados da Tabela 2.

Porém, 57% das espécies (n=23) apresentaram a 15°C a mesma capacidade de germinação como na temperatura de 25°C ou de 30°C. Em somente 22% das espécies esta temperatura causou uma redução na percentagem de germinação e outras 17% das espécies não apresentaram emissão da raiz. Portanto, para muitas espécies a capacidade de germinação foi pouco afetada em um intervalo de temperatura bastante grande.

Os resultados permitiram o agrupamento das sementes das espécies estudadas em 4 grandes grupos, conforme o intervalo de temperatura(s) ótima(s) marcada(s) (Tabela 2):

- Grupo I, representado por três espécies, para as quais não foram detectadas diferenças estatísticas no efeito da temperatura na percentagem de germinação e no tempo médio emissão da raiz primária entre 20°C e 35°C, portanto em um intervalo de temperatura de 15°C.

- No Grupo II, o intervalo foi de 10°C, sendo entre 20°C e 30°C ou entre 25°C e 35°C. Neste grupo encontram-se 12 espécies, nas quais não foram detectadas diferenças na eficiência de germinação, neste intervalo.

- No Grupo III, o intervalo de temperatura foi 5°C e no Grupo IV somente uma das temperaturas testadas resultou na maior eficiência de germinação. Neste Grupo IV, composto por cinco espécies, mostrou-se também claramente a heterogeneidade das exigências de temperatura de germinação: duas espécies requereram 25°C (*Dinizia excelsa*, *Couma utilis*), outras duas 30°C (*Clarisia racemosa*, *Calophyllum angulare*) e apenas uma espécie (*Carapa*

*guianensis*) 35°C.

Um intervalo estreito da temperatura ótima pode ser o resultado de um teste interrompido antes da conclusão da germinação (Bewley & Black, 1994). Foi também alertado que a temperatura ótima pode se alterar ao longo do período de observação e, portanto, deve ser definido em conjunto com o período de observação (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989). Neste estudo foram tomadas todas as providências para acompanhar a germinação até sua conclusão, que em alguns casos demorou vários meses.

Baseado no conceito ecofisiológico que, a habilidade de aclimação reflete a plasticidade fenotípica de um genótipo, (veja por exemplo: Lambers *et al.*, 1998), pode-se verificar que em termos de estresse ambiental de temperatura para a emissão da raiz, as espécies podem ser situadas em um gradiente entre espécies com alta plasticidade (Grupo I) e com baixa plasticidade (Grupo IV, na Tabela 2). Normalmente, são consideradas espécies de rápido crescimento as de maior plasticidade (Grime, 1987). Observando as espécies dos quatro grupos, esta distinção não é óbvia. Por exemplo, as espécies consideradas pioneiras com crescimento rápido como *Jacaranda copaia*, *Ochroma pyramidale* e *Cochlospermum orinoccense*, encontram-se no Grupo III ao lado de espécies com crescimento mais lento como *Aniba rosaeodora* e *Helicostylis tomentosa*. Portanto, generalizações sobre a plasticidade das espécies devem ser feitas com cautela e baseadas em várias características. Também é conhecido, que uma plasticidade maior de uma característica, requer normalmente uma ou várias características com plasticidade menor (Lambers *et al.*, 1998).

Avaliar a qualidade de sementes, utilizando-se a emissão da raiz primária como critério de viabilidade, pode ser uma alternativa economicamente interessante, pois a formação de uma plântula normal, como é exigida nas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992), pode ser tornar impraticável para muitas espécies nativas, devido ao longo período de observação. Além disso, o aparecimento da raiz primária é um critério de fácil observação. Ao contrário, há necessidade de definição morfológica de uma plântula normal para cada espécie, e de um nivelamento entre os técnicos, para que os resultados de diferentes pessoas sejam compatíveis. Desta forma, as informações sobre a temperatura ótima para emissão da raiz primária podem ser aplicadas na avaliação da qualidade das sementes das 30 árvores amazônicas deste estudo.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Amaral, I. D.; Gallardo, V. R. R.; Saltz, N. A.; Jamaro, A. 1978. Metodização e tratamento prégerminativo de sementes florestais. *Roessleria* 2, 40-56.
- Barbosa, A. P.; Campos, M. A. A.; Sampaio, P. T. B.; Nakamura, S.; Gonçalves, C. Q. B. 2002. O crescimento de espécies florestais nativas em reflorestamento de áreas abandonadas pela agricultura na Amazônia. p. 282-284, em: V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Água e Biodiversidade. 18-22.11.2002. Belo Horizonte, MG Brasil.
- Baskin, C. C.; Baskin, J. M. 1998. *Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, Academic Press. 666p
- Bewley, J. D.; Black, M. 1994. *Seeds. Physiology of development and germination*. (2nd edition) New York, Plenum Press. 445p
- Borges, E. E. L.; Regazzi, A. J.; Borges, R. C. E.; Candido, J. F. 1980. Efeitos da temperatura e da umidade na germinação de sementes de bálsamo Washington, D.C.. *Revista Brasileira de Sementes* 2, 33-37. Borges, E. E. L.; Rena, B. 1993. Germinação de sementes. p. 83-135, em: Aguiar, I. B.; Pina Rodrigues, F. C. M.; Figliola, M. B. (coord.). *Sementes Florestais Tropicais*. Brasília: ABRATES.

- Brasil, 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes. Brasília. 365p
- Corbinau, F.; Come, D. 1988. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. *Seed Science and Technology* 16, 97-103.
- Laboriau, L.G., 1983: A germinação das sementes. Série de biologia, monografia N° 24. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Washington, D. C. 174p.
- Lambers, H.; Chapin, F. S.; Pons, T. L. 1998. *Plant physiological ecology*. Springer. New York. 540p. Lima, C. M. R.; Borghetti, F.; Sousa, M. V. 1997. Temperature and germination of the leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 9, 97-102.
- Lovejoy, T. E.; Bierregaard Jr., R. O. 1990. Central Amazonian forests and the minimum critical size of ecosystems projects. pp. 60-71 in Gentry, A. H. (ed.) *Four neotropical rainforests*. New Haven, Yale University Press.
- Mayer, A. M.; Poljakoff-Mayber, A. 1989 *The germination of seeds*. 3rd ed. Oxford, Pergamon Press. 270p.
- Miranda, P. R. M.; Ferraz, I. D. K. 1999. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia de plântulas de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C. C. Berg. *Revista Brasileira de Botânica* 22, 303-307.
- Nassif, S. M. L.; Perez, S. C. J. G. A. 2000. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). *Revista Brasileira de Sementes*, 22, 1-6.
- Peacock, J. M. 1975. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. II. The site of temperature perception. *Journal of Applied Ecology* 12, 115-123.
- Perez, S. C. J. G. A.; Fanti, S. C.; Casali, C. A. 1998. Temperature limit and thermal stress on the germination of canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert). *Revista Brasileira de Sementes* 20, 134-142.
- Pisek, A.; Larcher, W.; Vegis, A.; Napp-Zin, K. 1973. The normal temperature range pp. 102-194 in Precht, H., Christopherson, J., Hensel, H. and Larcher W. (eds.) *Temperature and life*. Berlin, Springer Verlag
- Probert, R. J. 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. p. 285-325 in: M. Fenner (ed.) *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. CAB International Wallingford.
- Ramos, A.; Bianchetti, A. 1984. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes florestais pp. 252-275. em: *Simpósio Internacional sobre métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais*.
- Ribeiro, J. E. L. S.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C.; Costa, A. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A. D.; Martins, L. H. P.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R.; Procópio, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Manaus, INPA. 816p.
- Salati, E.; Ribeiro, M. N. G.; Apsy, M. L.; Nelson, B. W. 1991. Clima da Amazônia: presente, passado e futuro. pp. 21-36 in Val, A. L., Figliolli, R. and Feldberg, E. (eds.) *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Vol I. Manaus, INPA.
- Salazar, R. 1999. *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales CATIE-DFSC 59, 1-2.
- Varela, V. P.; Ferraz, I. D. K.; Carneiro, N. B. 1999. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. - Bombacaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 21, 170-175.

