

CRITÉRIOS MORFOLÓGICOS E TEMPERATURA PARA AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE CUPUAÇU¹

ISOLDE DOROTHEA KOSSMANN FERRAZ², MARIA CRISTINA DE FIGUEIREDO E
ALBUQUERQUE³, GEANGELO PETENE CALVI⁴, DERICK DE LIMA FARIAS⁵

RESUMO - Os objetivos neste trabalho foram determinar os regimes térmicos de germinação das sementes de *Theobroma grandiflorum*, indicar a temperatura mais adequada para a condução do teste de germinação e propor critérios morfológicos de avaliação, visando a fornecer subsídios para inserir a espécie nas Regras para Análise de Sementes do Brasil. Os ensaios foram conduzidos em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas, utilizando vermiculita como substrato. A colheita das sementes de *T. grandiflorum* foi realizada na mesma população, porém de matrizes diferentes, em duas ocasiões: fevereiro (lote 1) e abril de 2010 (lote 2). Os testes de germinação foram realizados sob temperaturas constantes entre 10 e 40 °C, com intervalo de 5 °C. Três critérios foram avaliados: a protrusão (≥ 5 mm) da primeira estrutura visível (critério fisiológico); o alongamento do epicótilo (≥ 3 cm, correspondendo à emergência acima do substrato), e a formação de plântula normal (critério tecnológico). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete temperaturas e quatro repetições de 25 sementes. Para cada critério, foram avaliadas a porcentagem e variáveis de velocidade. Em sementes de *T. grandiflorum*, o hipocótilo é a primeira estrutura visível no processo de germinação. A protrusão foi observada entre 10 e 40 °C para o lote 1 e, para o lote 2, entre 10 e 35 °C. A ausência de desenvolvimento do epicótilo e de plântulas normais nas temperaturas de 10; 15 e 40 °C, em ambos os lotes, indica que a parte aérea é mais sensível a temperaturas extremas do que o hipocótilo e a raiz. O limite inferior de temperatura para o crescimento da parte aérea situou-se entre 15 e 20 °C, e o limite superior, entre 35 e 40 °C. A temperatura de 30 °C é recomendada para o teste de germinação das sementes de *T. grandiflorum*. Para o critério de plântula normal, a primeira contagem pode ser realizada aos 21 dias, e a contagem final, aos 35 dias. O alongamento do epicótilo (≥ 3 cm) é uma alternativa para avaliação mais rápida da germinação, necessitando apenas de 14 dias para a primeira contagem e 20 dias para a contagem final.

Termos para indexação: *Theobroma grandiflorum*, frutífera, viabilidade.

MORPHOLOGICAL CRITERIA AND TEMPERATURE FOR EVALUATION OF CUPUASSU SEED GERMINATION

ABSTRACT - The objectives of this study were to determine the temperature range of *Theobroma grandiflorum* seed germination, to indicate the most suitable temperature for the germination test and propose morphological evaluation criteria to provide data for the inclusion of this species in the Brazilian Rules for Seed Testing. The experiments were carried out in germination chambers with a 12 hour daily photoperiod, using vermiculite as substrate. Seed of *T. grandiflorum* were collected from the same population however of different trees at two occasions: February (lot 1) and April 2010 (lot 2). Seed germination was assessed at constant temperatures between 10 and 40 °C, with an interval of 5 °C. Three morphological criteria were evaluated: the protrusion (≥ 5 mm) of the first visible structure (physiological criterion), epicotyl length (≥ 3 cm; corresponding field emergence) and normal seedling development (technological criterion). The experimental design was completely randomized, with seven constant temperatures and four replicates with 25 seeds. For each criterion, germination percentage and variables of germination speed were assessed. In *T. grandiflorum* the hypocotyl is the first visible structure in the germination process. Its protrusion was observed between 10 and 40 °C in seed lot 1 and, in seed lot 2, between 10 and 35 °C. The lack of epicotyl growth and the development of normal seedlings at 10, 15 and 40 °C, in both seed collections, indicate that the shoot is more sensitive to extreme temperatures than the hypocotyl and root. The lower temperature limit for shoot growth was between 15 and 20 °C and the upper limit between 35 and 40 °C. The temperature of 30 °C is recommended for the germination test of *T. grandiflorum*. Observing normal seedling development, the first count could be done at day 21 and final count at day 35. Epicotyl length (≥ 3 cm) is suggested as an alternative for earlier assessment of seed germination, with the first count at day 14 and final count at day 20.

Index terms: *Theobroma grandiflorum*, fruit tree, viability.

¹(Trabalho 044-12). Recebido em: 04-01-2012. Aceito para publicação em : 28-08-2012.

²Dra. Pesquisadora do INPA/CBIO, Manaus-AM. E-mail: iferraz@inpa.gov.br

³Profa. Dra. Depto. Fitotecnia e Fitossanidade, FAMEV/UFMT, Cuiabá-MT. E-mail: albuquerquecfa@gmail.com.

⁴Doutorando em Ciências de Florestas Tropicais – INPA, Manaus – AM. E-mail: gpcalvi@yahoo.com.br

⁵Discente Curso de Engenharia Florestal UFAM, Bolsista PIBIC CNPq/INPA/FAPEAM. Manaus-AM. E-mail: dericklima@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Dentre as frutíferas de potencial econômico da Amazônia, destaca-se o cupuaçu, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum., família Malvaceae, principalmente pelas características de sabor, aroma e possibilidades de utilização doméstica e agroindustrial de sua polpa. Nativo dessa região, o cupuaçuzeiro é uma espécie em domesticação, recebendo atenção crescente de diversas instituições de pesquisa, principalmente da região amazônica (SUFRAMA, 2003; CLEMENT et al., 2010) e há interesse econômico em plantios comerciais e/ou sistemas agroflorestais (LOCATELLI et al., 2007).

O processo germinativo de sementes constitui uma sequência de eventos físicos, bioquímicos e fisiológicos, influenciados por vários fatores. Um desses é a temperatura que altera a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação por agir na absorção de água pela semente e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo (BEWLEY; BLACK, 1994). As temperaturas mínimas e máximas, que representam os limites inferior e superior da germinação, podem fornecer informações importantes para o manejo e a avaliação das sementes. Sob condições adequadas de temperatura, as sementes expressam, em menor tempo, seu potencial máximo de germinação, e essas podem estar correlacionadas à temperatura ambiental do hábitat da espécie, na época da dispersão das sementes (FERRAZ; VARELA, 2003). Conhecer a temperatura mais adequada é fundamental para a inclusão da espécie nas Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Essas regras orientam a avaliação da qualidade de sementes nos laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. As RAS garantem que os resultados sejam iguais em diferentes laboratórios nacionais. A certificação da qualidade emitida pelos laboratórios é exigida pela legislação brasileira sobre sementes e mudas (Lei Número 10.711, de 05-08-2003⁴; decreto N° 5.153, de 23-07-2004⁵), sendo de grande importância tanto para o comprador como para o fornecedor.

Em um levantamento de literatura sobre 86 espécies florestais tropicais e subtropicais, foi indicada como mais adequada para a germinação da maioria dessas espécies, a faixa de temperatura entre 25 e 30 °C (FERRAZ; CALVI, 2011). Essas informações podem servir como orientação geral, porém há necessidade de identificar para cada espécie qual a melhor temperatura para o teste de germinação.

Em estudo anterior com sementes de *T.*

grandiflorum, foi citada a temperatura entre 20 e 30 °C para a germinação, utilizando como critério a formação de plântulas normais (GARCIA, 1994). Entretanto, os experimentos foram conduzidos no escuro e com um único lote de sementes. A restrição luminosa torna as plântulas estioladas, hialinas, o que, por sua vez, pode aumentar a sensibilidade ao ataque de microrganismos e prejudicar a avaliação de plântulas normais (FERRAZ; CALVI, 2011). Há também necessidade de estudar vários lotes para estabelecer a temperatura mais adequada para o teste de germinação. Por possuir sementes recalcitrantes (CRUZ, 2007), a avaliação das sementes de *T. grandiflorum* deve ser realizada no menor tempo possível, reforçando a necessidade de estabelecer critérios morfológicos mais específicos sobre o tamanho e o estágio de desenvolvimento.

Assim, os objetivos neste trabalho foram determinar os regimes térmicos de germinação das sementes do cupuaçu, indicar a temperatura mais adequada para a condução do teste de germinação e estabelecer critérios morfológicos de avaliação, visando a fornecer subsídios para inserir a espécie nas Regras para Análise de Sementes do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus-AM. A colheita das sementes de *T. grandiflorum* foi realizada no município do Rio Preto da Eva – AM, na mesma população, porém de matrizes diferentes, em fevereiro (lote 1) e abril de 2010 (lote 2). As sementes foram despulpadas manualmente com auxílio de tesoura e, em seguida, lavadas em água corrente e padronizadas pelo tamanho.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete temperaturas e quatro repetições de 25 sementes, por lote. As temperaturas utilizadas foram 10; 15; 20; 25; 30; 35 e 40 °C. Os ensaios de germinação foram conduzidos em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes (P.A.R: 70 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). As sementes foram colocadas sobre substrato vermiculita de granulometria média, umedecido com água destilada na proporção 1:2 (g.g⁻¹), em recipientes de vidro (25 x 15 x 5 cm). Cada recipiente foi envolto com saco de plástico fino e transparente para evitar dessecação excessiva, sendo o substrato reumedecido quando necessário (COIMBRA et al., 2007).

⁴ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.711.htm

⁵ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm#anexo

Devido ao tipo de germinação de *T. grandiflorum*, que apresenta primeiro a protrusão do hipocótilo e somente em seguida o crescimento da raiz primária, o critério de germinação foi dividido em três fases: protrusão do hipocótilo (comprimento ≥ 5 mm - critério fisiológico de germinação (LABORIAU, 1983); alongamento do epicótilo (≥ 3 cm), o que corresponde aproximadamente à emergência acima do substrato, e por último, formação de plântula normal, apresentando hipocótilo, raiz, epicótilo, gema apical e o primeiro par de folhas em expansão (folhas de aproximadamente 1 cm^2), em perfeito estágio de desenvolvimento - critério tecnológico de germinação (BRASIL, 2009).

As avaliações foram realizadas diariamente, verificando-se a dinâmica do processo até a estabilização. Considerou-se o número de dias necessários para a ocorrência de, pelo menos, uma semente germinada em todas as repetições do tratamento, a germinabilidade ao final do período de teste e a velocidade do processo nos tratamentos com maior germinabilidade. Como medida de velocidade, foi usado o número de dias para a ocorrência de 50% de germinação (T50).

Para selecionar as temperaturas que propiciaram a maior germinabilidade, foi calculado o intervalo de confiança para a média de maior valor absoluto, e considerou-se com efeito equivalente aquelas que se enquadraram dentro desses limites. O intervalo de confiança foi calculado usando o valor da diferença mínima significativa do teste de Tukey, com nível de significância de 5%, e o quadrado médio do resíduo do experimento.

O valor do T50 foi obtido por substituição, após ajuste dos dados de germinação acumulada ao modelo abaixo, baseado em Bates e Watts (1988):

$$G = G_{\text{max}} / [1 + (t/b)^c], \text{ em que,}$$

G = germinabilidade no tempo t;

G máx = germinabilidade máxima;

t = tempo de incubação;

b = tempo necessário para a ocorrência de metade da germinação máxima;

c = parâmetro que descreve a inclinação da curva em torno de b;

As sementes não germinadas, oriundas de todas as temperaturas, foram transferidas, no mesmo substrato, para a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, onde permaneceram por mais 30 dias, avaliando-se as mesmas variáveis descritas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo germinativo iniciou-se com a protrusão do hipocótilo e posterior desenvolvimento da raiz (Figura 1). Mesmo alcançando cerca de 2 cm, o hipocótilo é pequeno em relação às demais estruturas, principalmente ao tamanho da semente ($2,9 \times 2,3 \times 1,5 \text{ cm}$) e não eleva a mesma acima do substrato. Os cotilédones são foliáceos, entretanto não se liberam do tegumento (Figura 1), sendo visíveis os seus pecíolos. O eixo desenvolve-se na lateral da semente. Desta forma, a germinação de *T. grandiflorum* pode ser classificada como unipolar, do tipo C-H-F, criptocotiledonar-hipógea-foliácea, baseada na terminologia adotada por Camargo et al. (2008), Garwood (2009) e Ferraz e Calvi (2011). O epicótilo alonga-se inicialmente em forma de gancho entre os pecíolos cotiledonares; quando se torna ereto, não é possível ainda distinguir a olho nu as primeiras folhas ou o meristema apical, caracterizando esta fase de "haste" (Figura 1). Em seguida, paralelamente ao contínuo alongamento do epicótilo, expandem-se as primeiras duas folhas opostas, que mudam sua coloração de vermelha, rósea, a verde. O meristema apical fica somente visível em estágio mais avançado (Figura 1).

Em estudos anteriores, já foram utilizados diferentes critérios para avaliar a germinação de *T. grandiflorum*. A protrusão da raiz foi mencionada por Garcia (1994) e Cruz (2006); entretanto, como verificado neste trabalho, a primeira estrutura da semente de cupuaçu a se alongar é o hipocótilo, somente em seguida desenvolve-se a raiz primária, quase paralelamente com as raízes secundárias. Desta forma, na fase inicial de germinação, o hipocótilo pode ser facilmente confundido com a raiz primária. O alongamento do hipocótilo antes da raiz primária foi observado, também, em outras espécies amazônicas, como na seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) e seringueira-vermelha (*H. guianensis* Aubl.) (CAMARGO et al., 2008). A emergência do epicótilo acima do substrato foi utilizada em estudo conduzido no viveiro (CRUZ, 2006); as sementes foram semeadas a 1,5 cm de profundidade e foram consideradas germinadas quando o epicótilo atingiu ≥ 1 cm acima do substrato (comprimento total cerca de 2,5 cm). No presente trabalho, foi também proposto o alongamento do epicótilo, entretanto com comprimento ≥ 3 cm. A plântula normal considerada neste estudo apresentava hipocótilo, raiz, epicótilo, gema apical e o primeiro par de folhas em expansão (folhas de aproximadamente 1 cm^2) em perfeito estágio de desenvolvimento. As anormalidades verificadas

foram a queima das primeiras folhas, o não desenvolvimento do epicótilo e a emissão de novo brotamento nas axilas dos pecíolos cotiledonares.

A protrusão do hipocótilo das sementes ocorreu entre 10 e 40 °C (lote 1) e 10 e 35 °C (lote 2); o alongamento do epicótilo entre 20 e 35 °C (lote 1) e 20 e 30 °C (lote 2), e a formação de plântulas normais entre 20 e 30 °C (lotes 1 e 2) (Figuras 2A e 2B). Desta forma, em ambos os lotes, a tolerância a temperaturas extremas foi maior na protrusão do hipocótilo, diminuiu na emergência do epicótilo e foi ainda mais estreita na formação de plântula normal. Como não ocorreu formação de plântulas normais abaixo de 20 °C e acima de 30 °C e as porcentagens de protrusão do hipocótilo e de alongamento do epicótilo, fora dessa faixa de temperatura, estavam abaixo do intervalo de confiança, para os dois lotes, somente as temperaturas de 20; 25 e 30 °C foram usadas para realizar a análise de regressão, cujos parâmetros se encontram nas Tabelas 1 e 2.

Para o critério de germinação baseado na formação de plântulas normais, as maiores porcentagens ocorreram a 25 e 30 °C, 87 e 92% para o lote 1, e 89 e 98% para o lote 2, respectivamente. Adicionalmente, a velocidade do processo de germinação ($1/T_{50}$), no intervalo entre 20 e 30 °C, ajustaram-se ao modelo polinomial de primeiro grau (Figuras 3A e 3B; Tabelas 1 e 2), com maiores valores para maiores temperaturas.

No lote 1, o número de dias para completar 50% de germinação (T_{50}), analisando plântula normal, foi de 21,8 dias a 30 °C e 32,4 dias, a 25 °C. Para o lote 2, esse tempo foi de 20 dias a 30 °C, em contraste com 67 dias para as temperaturas de 20 e 25 °C. Considerando apenas a temperatura de 30 °C e avaliando os demais critérios (protrusão do hipocótilo e alongamento do epicótilo), o valor de T_{50} foi de 3,2 e 4,3 dias para hipocótilo, 11,8 e 12,6 dias para epicótilo, respectivamente, para os lotes 1 e 2.

A ausência de alongamento do epicótilo e de plântulas normais, nas temperaturas de 10; 15 e 40 °C, em ambos os lotes de *T. grandiflorum*, indica que a parte aérea é mais sensível a temperaturas extremas do que o hipocótilo e a raiz. Assim, a temperatura máxima para tal desenvolvimento foi situada entre 35 e 40 °C. As sementes que desenvolveram epicótilo na temperatura de 35 °C tiveram a extremidade queimada e não conseguiram formar plântulas normais. Garcia (1994) também observou, a 35 °C, redução significativa no peso e na altura das plântulas e no comprimento da raiz, além de queima de raiz. Altas temperaturas exercem efeito negativo sobre o processo germinativo,

afetando principalmente a síntese de proteínas e de RNA pela diminuição do suprimento de aminoácidos livres, além do decréscimo de reações metabólicas (RILEY, 1981).

A temperatura mínima para o desenvolvimento da parte aérea foi registrada neste trabalho, entre 15 e 20 °C, concordando com dados obtidos por Garcia (1994), que relatou protrusão da raiz a 15 °C, porém sem formação de plântulas normais, e com os de Souza e Silva (1999), que citaram a temperatura abaixo de 15 °C como limitante. Cruz (2006) observou, ainda, que sementes mantidas por somente 25 horas a 15 °C tiveram sua germinação reduzida e perderam completamente a viabilidade a 10 °C, num período de cinco horas. Desta forma, as sementes de *T. grandiflorum* apresentam-se como altamente sensíveis ao resfriamento. É conhecido que a temperatura de germinação é relacionada com a distribuição geográfica da espécie (PROBERT, 2000). O cupuaçu é uma espécie de origem Amazônica (CLEMENT et al., 2010); assim, suas sementes são adaptadas às condições tropicais nas quais as temperaturas médias do mês mais frio são acima de 18 °C.

Observou-se, após a transferência para 25 °C das sementes não germinadas a 10; 15 e 35 °C, que houve a protrusão do hipocótilo, porém não o desenvolvimento do epicótilo e a formação de plântula normal, indicando que estas temperaturas apresentaram efeito deletério sobre o meristema apical. Na temperatura de 40 °C, todas as sementes apresentaram-se deterioradas. Estes resultados indicam que *T. grandiflorum* apresenta uma faixa de temperatura estreita para a germinação.

A temperatura considerada ótima ou mais adequada é aquela em que ocorre a maior porcentagem de germinação em menor tempo (LABOURIAU, 1983). Apesar de que os dois lotes se distinguiram sob temperaturas extremas, eles coincidiram na temperatura considerada mais adequada, 30 °C, pois não diferiram nas porcentagens de plântulas normais, e a velocidade de germinação ($1/T_{50}$) foi maior (Figuras 3A e 3B). A mesma temperatura foi também a mais adequada para o alongamento do epicótilo, porque somente nessa condição a maior taxa coincidiu com o menor tempo. A 30 °C, o processo de germinação iniciou-se com a protrusão do hipocótilo aos dois dias após a semeadura, emergência do epicótilo entre 10 e 11 dias e formação de plântulas normais entre 16 e 18 dias, estabilizando o processo em torno de 35 dias (Figuras 4A e 4B). Garcia (1994), utilizando 17 sementes por repetição, não encontrou diferença estatística na porcentagem de formação de plântulas normais entre 20 e 30 °C. Entretanto,

reavaliando os resultados desta publicação, as plântulas apresentaram maior altura e comprimento da radícula na temperatura de 30 °C, e a aceleração do metabolismo também foi revelada pelo maior esgotamento das reservas dos cotilédones. Desta forma, os resultados de ambos os estudos indicam 30 °C para a avaliação da qualidade das sementes de cupuaçu, igual a 35% das 86 espécies florestais tropicais levantadas por Ferraz e Calvi (2011); a maioria (60%) exige temperaturas mais baixas do que 30 °C e 5% necessitam de temperaturas mais altas.

Recomendam-se duas contagens na condução do teste de germinação de *T. grandiflorum*, baseado no T50 e no tempo para a estabilização do processo germinativo: 21 dias para primeira contagem e 35 dias para a contagem final, considerando-se o critério de plântula normal. Entretanto, como o alongamento do epicótilo (≥ 3 cm) permite avaliar um crescimento normal da plântula, esse critério também pode ser usado como alternativa para a avaliação mais rápida da germinação, necessitando apenas de 14 dias para a primeira contagem e 20 dias para a contagem final.

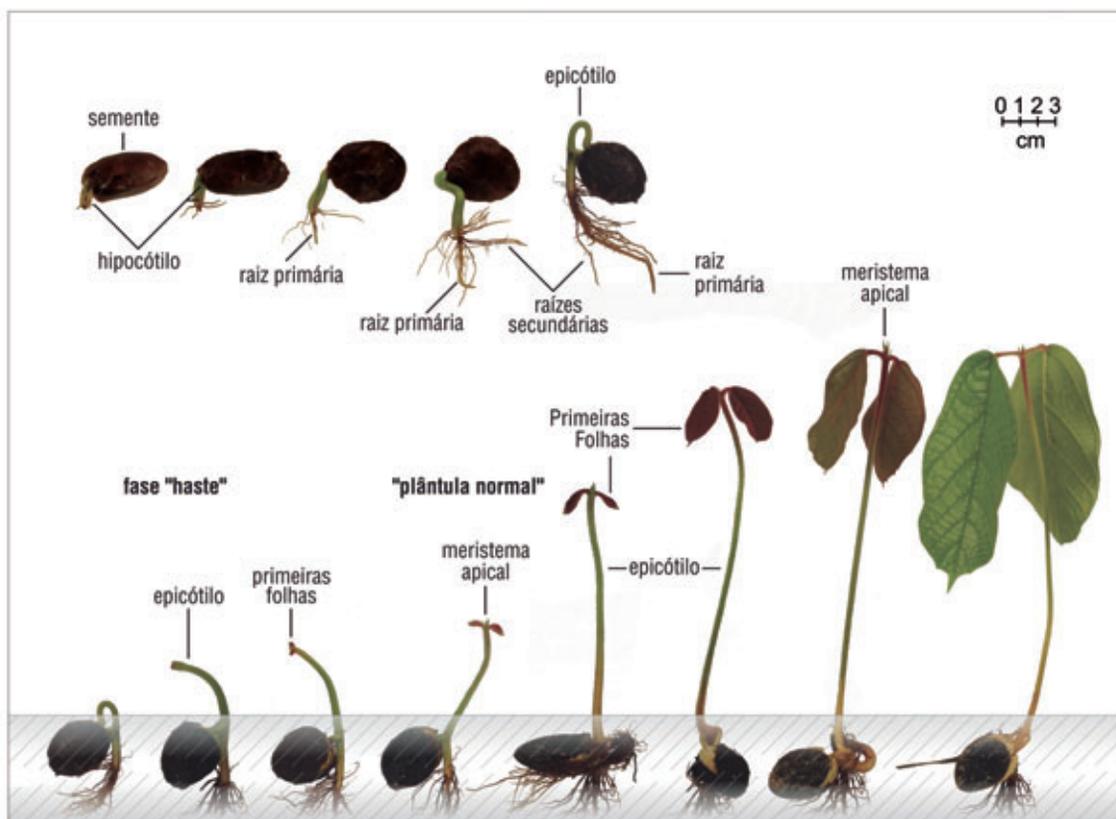


FIGURA 1– Morfologia do processo germinativo e da plântula de *Theobroma grandiflorum*.

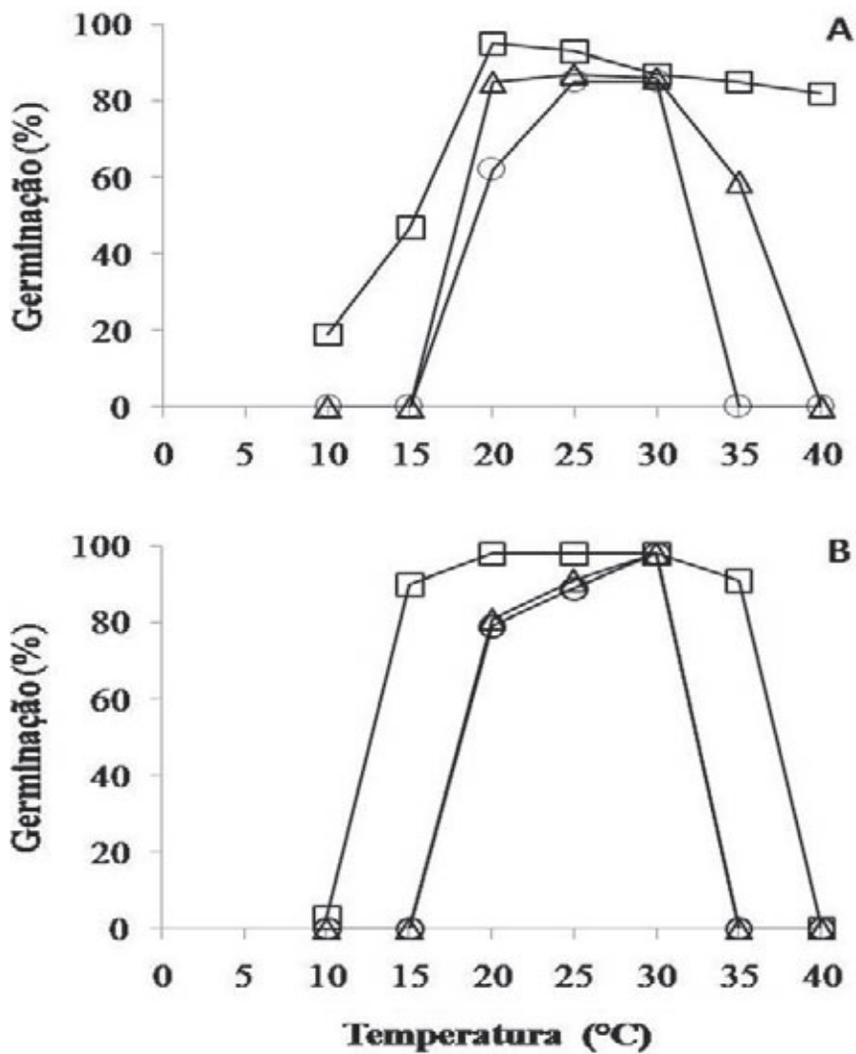


FIGURA 2- Porcentagem final de germinação de sementes de *Theobroma grandiflorum*, lote 1 (A) e lote 2 (B), sob diferentes temperaturas, observando a protrusão do hipocótilo (□), alongamento do epicótilo (△) e a formação de plântula normal (○).

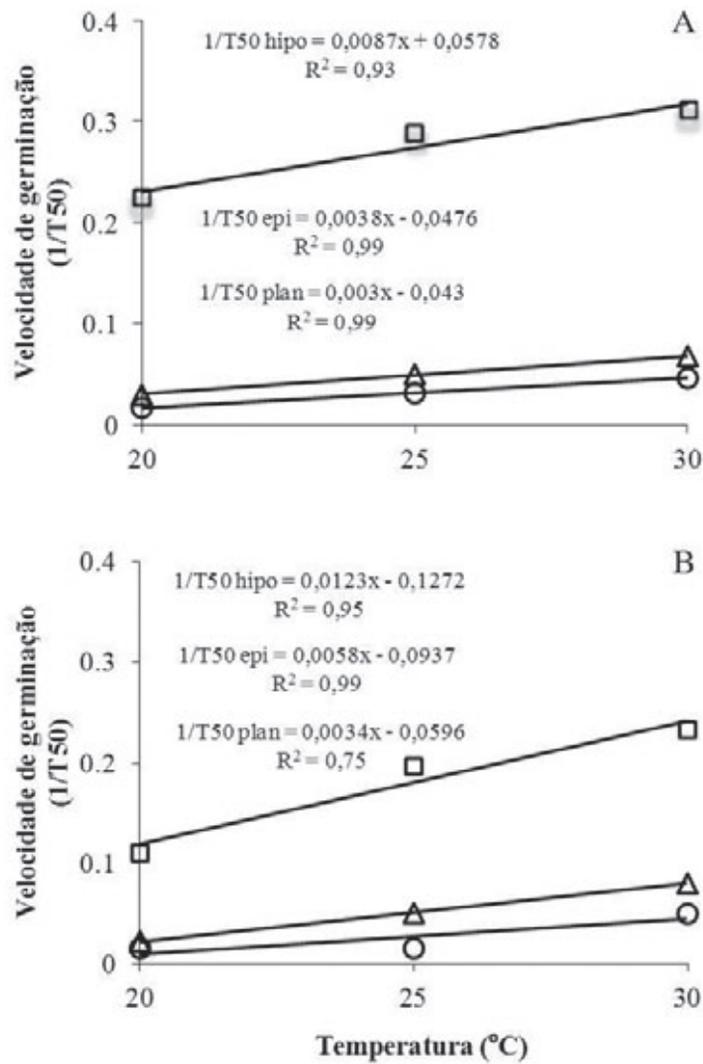


FIGURA 3– Velocidade de germinação (1/T50) de sementes de *Theobroma grandiflorum*, lote 1 (A) e lote 2 (B), sob diferentes temperaturas, observando a protrusão do hipocótilo (=□=), alongamento do epicótilo (=△=) e a formação de plântula normal (=○=).

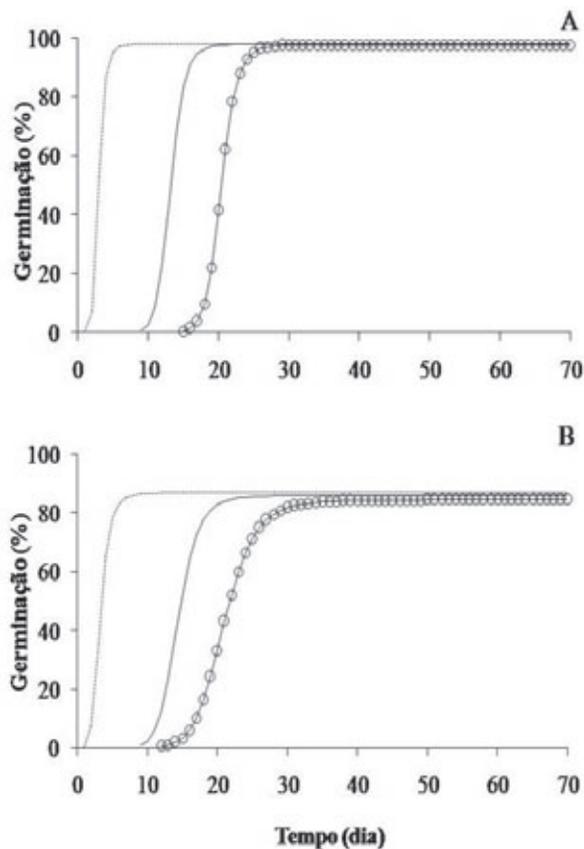


FIGURA 4 - Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Theobroma grandiflorum*, lote 1 (A) e lote 2 (B), a 30 °C, observando a protrusão do hipocótilo (---), alongamento do epicótilo (—) e a formação de plântula normal (—○—).

TABELA 1- Valores estimados para os parâmetros da equação de germinação acumulada, valores do coeficiente de determinação (r^2) e do tempo para 50% de germinação (T50), de sementes de *Theobroma grandiflorum*, lote 1, para os três critérios de germinação, nas temperaturas de 20; 25 e 30 °C.

Critério	Temperatura (°C)	G máx (%)	t	c	r^2	T50
Hipocótilo	20	95,1	4,3178	-3,5629	0,99	4,50
	25	92,5	3,4732	-4,6176	0,99	3,50
	30	87,1	3,2198	-5,0228	0,99	3,20
Epicótilo	20	84,5	33,4612	-12,3700	0,99	34,5
	25	86,9	19,6783	-10,7125	0,99	20,2
	30	86,0	14,3334	-9,8574	0,99	14,8
Plântula normal	20	62,9	53,0397	-9,2209	0,98	61,4
	25	83,1	30,5983	-7,3637	0,99	32,4
	30	84,5	20,9253	-95142	0,99	21,8

G máx = germinabilidade máxima; t = tempo de incubação; c = parâmetro que descreve a inclinação da curva em torno de tempo necessário para a ocorrência de metade da germinação máxima.

TABELA 2- Valores estimados para os parâmetros da equação de germinação acumulada, valores do coeficiente de determinação (r^2) e do tempo para 50% de germinação (T50), de sementes de *Theobroma grandiflorum*, lote 2, para os três critérios de germinação, nas temperaturas de 20; 25 e 30 °C.

Critério	Temperatura (°C)	G máx (%)	t	c	r^2	T50
Hipocótilo	20	97,9	9,08	-10,1504	0,99	9,10
	25	97,9	5,08	-7,6583	0,99	5,10
	30	97,7	4,26	-6,3434	0,99	4,30
Epicótilo	20	70,9	43,60	-16,1871	0,99	46,0
	25	89,9	19,77	-19,3892	0,99	20,0
	30	97,8	12,59	-14,7944	0,99	12,6
Plântula normal	20	52,3	58,73	-13,5714	0,98	66,5
	25	50,0	31,98	-14,3889	0,99	66,5
	30	97,7	20,15	-18,0039	0,99	20,2

G máx = germinabilidade máxima; t = tempo de incubação; c = parâmetro que descreve a inclinação da curva em torno de tempo necessário para a ocorrência de metade da germinação máxima.

CONCLUSÕES

1-A primeira estrutura a ser emitida na germinação das sementes de *Theobroma grandiflorum* é o hipocótilo, e a sua protrusão é observada em ampla faixa de temperatura.

2-A parte aérea é mais sensível a temperaturas extremas do que o hipocótilo e a raiz. O limite inferior de temperatura para o crescimento da parte aérea está entre 15 e 20 °C, e o limite superior, entre 35 e 40 °C.

3-A temperatura de 30 °C é recomendada para o teste de germinação das sementes de *Theobroma grandiflorum*.

4-Para o critério de plântula normal, a primeira contagem pode ser realizada aos 21 dias e a contagem final, aos 35 dias.

5-A avaliação do epicótilo (≥ 3 cm) é uma alternativa para avaliação mais rápida da germinação, necessitando apenas de 14 dias para a primeira contagem e 20 dias para a contagem final.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo auxílio financeiro e as bolsas de iniciação científica e de produtividade em pesquisa, e ao Prof. Dr. Sebastião Carneiro Guimarães (FAMEV/UFMT), pelo apoio na análise estatística.

REFERÊNCIAS

- BATES, D.M.; WATTS, D.G. **Nonlinear regression analysis and its applications**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 365 p.
- BEWLEY, J.M.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 2009. 399 p.
- CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; MESQUITA, R.M.; SANTOS, B.A.; BRUM, H.D. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. Manaus: INPA, 2008. 168 p.
- CLEMENT, C. R.; CRISTO-ARAÚJO, M. de; D'EECKENBRUGGE, G. C.; PEREIRA, A. A.; PICANÇO-RODRIGUES, D. Origin and domestication of native Amazonian crops. **Diversity**, Basileia, v. 2, n. 1, p. 72-106, 2010.
- COIMBRA, R.A.; TOMAZ, C.A.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos visando à otimização dos resultados. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n1/13.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2012.

- CRUZ, D.E. **Armazenamento de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.)**. 2006. 67 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- CRUZ, D.E. Drying and germination of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 197-201, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n3/a24v29n3.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2011.
- FERRAZ, I.D.K.; VARELA, V.P. Temperatura ótima para a germinação das sementes de trinta espécies florestais da Amazônia. In: HIGUCHI, N. et al. (Ed.). **Projeto Jacarandá fase 2: pesquisas florestais na Amazônia Central**. Manaus: INPA-CPST, Jacaré Gráfica e Editora, 2003. p. 117-127.
- FERRAZ, I.D.K.; CALVI, G.P. Teste de germinação. In: LIMA JÚNIOR, M.J.V. (Ed.). **Manual de procedimentos de análise de sementes florestais**. Londrina: Abrates, 2011. p. 5.1-5.36.
- GARCIA, L.C. Influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex-Spreng) Schum.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.7, p. 1.145-1.150, 1994.
- GARWOOD, N.C. **Seedlings of Barro Colorado Island and the Neotropics**. Ithaca: Cornell University Press, 2009. 645p.
- LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes: programa regional de desenvolvimento científico e tecnológico**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- LOCATELLI, M.; PAULA, T.C.; MARTINS, E.P.; VIEIRA, A.H.; SOUZA, V.F. Características silviculturais de castanha-do-brasil – plantio em consórcio em área de pequeno produtor no município de Porto Velho, Rondônia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 1.103-1.106, 2007. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/view/7297/5334>>. Acesso em: 12 set. 2011.
- SOUZA, M. das G.C.; SILVA, S.E.L. da. **Produção de mudas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex-Spreng) Schum.)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 19 p. (Circular Técnica, 1).
- PROBERT, R. J. The role of temperature in germination ecophysiology. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plants communities**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2000. p. 261-292.
- RILEY, G.J.P. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, Berlin, v. 151, n. 1, p. 75-80, 1981.
- SUFRAMA. **Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica: cupuaçu**. Manaus: Fundação Getúlio Vargas, 2003. v. 4, 62p.