

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E NO VIGOR DE PLÂNTULAS DE CUPUAÇUZEIRO (*THEOBROMA GRANDIFLORUM* (WILLD. EX-SPRENG) SCHUM.)¹

LUCINDA CARNEIRO GARCIA²

RESUMO - Estudou-se a influência de diferentes temperaturas na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex-Spreng) Schum.). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no fatorial 5 x 3 e 12 repetições de 17 sementes. Foram testadas as temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35°C, nos substratos areia, serragem e vermiculita, no escuro. A partir do quinto dia da semeadura, foram estimadas a viabilidade das sementes pelas percentagens diária e total de germinação e a percentagem de plântulas normais. Transformaram-se os valores da germinação diária em índice de velocidade de germinação. Foram determinados o vigor das plântulas pela altura, o comprimento das raízes e a matéria seca dos cotilédones. A temperatura de 15°C causou uma inibição na germinação das sementes, e 35°C, uma aceleração. Entretanto, esta temperatura causou queima do hipocótilo e da radícula das plântulas. A temperatura ótima para germinação foi entre 20 e 30°C, independentemente do substrato utilizado.

Termos para indexação: testes de viabilidade, substratos, índices de velocidade de germinação, qualidade fisiológica.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON SEED GERMINATION AND ON THE VIGOUR OF SEEDLINGS OF CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM* (WILLD. EX-SPRENG) SCHUM.)

ABSTRACT - The effects of different temperatures on seed germination and on the vigour of seedlings of Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex-Spreng) Schum.) were studied. The experimental design consisted of 5 x 3 test variants, carried out in 12 replications each with 17 seeds. The effects of five different temperatures (15, 20, 25, 30 and 35°C) and three different substrates (sand, sawdust and vermiculite) were tested in darkness. After the fifth day from sowing, the percentage of the viable seeds were estimated daily. Additionally, the total germination rate and the percentage of normally developed seedlings were recorded. From the numbers of seeds which germinated daily, an "index of germination velocity" was calculated. Measurement of seedlings height, radicle length and dry weight of the cotyledones were done. At the 15°C temperature level seed germination was inhibited while accelerated at the 35°C level although damaged the cotyledones and the radicles. The best germination temperature was between 20 and 30°C independently of the substrate used.

Index terms: tests of viability, substrates, index of germination speed, physiological quality.

INTRODUÇÃO

A fluticultura poderá ser uma das atividades econômicas da maior importância na Amazônia, considerando a enorme diversidade de espécies

fruteiras tipicamente regionais. Dentre esta grande variedade destaca-se o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex-Spreng) Schum.), que vem surgindo como uma das alternativas promissoras para a indústria alimentícia. Esta indústria opera com o fruto na confecção de sucos, sorvetes, geléias, bombons, compotas, doces e licores, e suas sementes podem ser utilizadas para a produção de chocolate branco, considerado de ótima qualidade (Calzavara, 1970; Vasconcelos et al., 1975; Barbosa et al., 1978; Calzavara et al., 1984; Venturieri & Alves, 1984). A casca do fruto, triturada,

¹ Aceito para publicação em 14 de fevereiro de 1994.

Extraído da Dissertação de Mestrado em Biologia (Botânica) apresentada ao Inst. Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) Univ. do Amazonas (FUA).

² Enga.-Agra., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), Caixa Postal 319, CEP 69048-660 Manaus, AM.

também pode ser usada na região como complemento de ração animal e adubo orgânico (Vascelos et al., 1975; Calzavara et al., 1984).

A qualidade das sementes, bem como a capacidade de produzir plântulas normais, é expressa pelo teste de germinação. Cada espécie exige determinadas condições de germinação, nas quais suas sementes conseguem expressar o máximo potencial de vigor (Figliolia, 1984). A viabilidade de sementes é medida principalmente pelo teste-padrão de germinação (TPG), que deve ser efetuado sob as melhores condições possíveis quanto a: temperatura, substrato, umidade e exigência de luz (Popinigis, 1985). Essas condições "ótimas" são convencionais e padronizadas, de forma a permitir resultados reproduzíveis, quando executados por diferentes laboratórios. Esses padrões estão especificados nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1980), exceto para as sementes de algumas espécies tropicais, dentre elas o cupuaçuzeiro.

A temperatura é um fator que influencia a maioria dos processos bioquímicos e fisiológicos da semente (Clegg & Eastin, citados por Macêdo, 1985). É, também, o fator que mais afeta a velocidade, a uniformidade e a percentagem de germinação (Hegarty, citado por Macêdo, 1985).

Sobre o cupuaçuzeiro não existem informações referentes à influência da temperatura no processo de germinação de suas sementes. Entretanto, é imprescindível conhecer o comportamento das sementes que originarão os futuros pomares comerciais da cultura.

Partindo-se desse pressuposto, o presente trabalho teve por objetivo determinar, através de testes de viabilidade e de vigor, a influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no laboratório de fitopatologia do Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Ocidental - CPAA/EMBRAPA -, em Manaus, km 30 da rodovia AM-010.

Frutos maduros de cupuaçu foram coletados, após queda natural, em um pomar de cupuaçuzeiros com cerca de dez anos de idade, originado de pé franco, situado no km 23 da rodovia BR-174 (Manaus-Caracarái).

As sementes foram classificadas de acordo com o tamanho, descartando-se as pequenas e murchas; em seguida, retirou-se a polpa que as envolve, através de friccionamento manual em peneira de arame, com serragem não-curtida, autoclavada, seguindo método de Figueiredo (1986a, 1986b, 1986c). Os valores médios de comprimento, largura e espessura das sementes foram de 2,9 cm, 2,3 cm e 1,5 cm, respectivamente. A média de peso por semente foi de 6,3 g.

Teste de germinação

Na avaliação da viabilidade das sementes, utilizaram-se três substratos para o teste de germinação: areia fina peneirada, serragem curtida e vermiculita n.º 3, na proporção de um litro de substrato para cada recipiente com semente. Todo material foi previamente esterilizado em estufa, à temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas.

O experimento foi instalado em câmara de germinação, combinando-se cinco temperaturas constantes (15, 20, 25, 30 e 35°C), nos substratos mencionados, e conduzido por 25 dias. O tempo decorrido entre a coleta das sementes e a instalação do experimento foi de quatro dias.

As sementes foram colocadas a uma profundidade de, aproximadamente, 1,0 cm, em bandejas descartáveis de alumínio de 20,0 x 34,5 x 5,0 cm. As bandejas, destampadas, ficaram no escuro durante todo o período experimental, e expostas à luz fluorescente no ato da coleta de dados e no ato da irrigação.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto no esquema fatorial 5 x 3, com 12 repetições, de 17 sementes cada.

Inicialmente, os substratos foram completamente molhados com água destilada, e depois, irrigados diariamente, até a conclusão do experimento. Os seguintes parâmetros foram avaliados no teste de germinação:

a. Índice de velocidade de germinação (IVG) - A contagem da germinação foi iniciada no quinto dia após a instalação do experimento, prosseguindo-se diariamente até o final do período. O número de sementes germinadas foi cumulativo, até esse número tornar-se constante. Consideraram-se germinadas as sementes que apresentaram radículas de, aproximadamente, 1,0 cm de comprimento. Estes valores foram transformados em "índice de velocidade de germinação", dividindo-se o número de sementes germinadas a cada dia, pelo número de dias transcorridos desde a data da semeadura. Os índices diários foram somados, obtendo-se o índice final de velocidade de emergência para cada repetição, dentro de cada tratamento, através da fórmula:

$$IVG = E \frac{N_i}{D_i}$$

N_i = Número de sementes germinadas diariamente.
 D_i = Dias transcorridos desde a semeadura.

b. Percentagem de sementes germinadas e percentagem de plântulas normais - No vigésimo quinto dia da instalação do experimento, foi avaliado o percentual de sementes germinadas (total de plântulas normais e anormais), bem como o percentual de plântulas normais. Considerou-se plântula normal a que apresentou as estruturas primordiais (radícula, caulículo e plúmula) bem desenvolvidas. Para se avaliar o vigor, consideraram-se os seguintes parâmetros:

1. altura da parte aérea (cm), através de medição do caulículo de cada plântula;
2. comprimento da radícula (cm), através da medição da raiz principal;
3. peso da matéria seca dos cotilédones (g/plântulas); os cotilédones foram secados em estufa de circulação forçada, regulada entre 65 e 70°C, até obter-se peso constante (PS).

Para avaliação estatística dos parâmetros, os valores foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas através do teste de Tukey, a 5% de significância (Steel & Torrie, 1960).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de germinação - Através da análise de variância do modelo fatorial 5 x 3, constatou-se

que houve diferença significativa entre as temperaturas, na germinação das sementes, enquanto as médias dos substratos, dentro de cada temperatura, foram estatisticamente iguais. A variação observada nos valores da percentagem diária de sementes germinadas, nos diferentes tratamentos (Tabela 1), mostra a influência da temperatura na germinação das sementes de cupuaçu.

No quinto dia após a semeadura, a percentagem de germinação nos tratamentos com temperatura de 15°C foi de 0,0%, e, a 20°C a germinação não ultrapassou 10,0%. Nas temperaturas de 25, 30 e 35°C, a germinação ultrapassou os 40,0%. Estes resultados, caracterizam o retardamento do processo germinativo das sementes do cupuaçuzeiro quando submetidas a temperaturas relativamente baixas. Neste sentido, o cupuaçuzeiro é semelhante às sementes de cacauzeiro, no que concerne às exigências de temperatura para uma boa germinação. Pike et al. (1934) e Pike (1935), trabalhando com várias temperaturas na germinação de sementes de cacau, constataram que foi de, aproximadamente, 10°C o limite superior letal para essas sementes.

A percentagem de germinação das sementes de cupuaçu aumentou gradativamente à medida que a temperatura aumentou. No décimo dia de semeadura, as percentagens de germinação na temperatura de 35°C estabilizaram-se em todos os substratos (Tabela 1).

TABELA 1. Percentagem de sementes de cupuaçuzeiro germinadas diariamente em areia (a), serragem (s) e vermiculita (v) sob diferentes temperaturas.

Dias após semeadura	Temperaturas no germinador (°C)														
	15			20			25			30			35		
	a	s	v	a	s	v	a	s	v	a	s	v	a	s	v
	Percentagens de germinação														
05	0,0	0,0	0,0	8,8	6,9	3,9	52,9	42,1	48,0	60,3	69,1	43,1	82,3	86,7	87,2
06	0,0	0,0	0,0	44,1	43,6	42,1	66,6	59,8	62,2	75,5	82,3	59,3	85,3	89,7	89,2
07	7,8	10,8	11,7	63,7	61,2	58,8	79,4	73,0	74,5	85,8	89,7	66,2	86,2	89,7	89,2
08	12,2	13,7	18,6	74,5	66,2	69,1	85,2	81,8	81,3	88,2	90,7	76,0	87,2	89,7	89,2
09	19,1	22,5	27,9	89,2	80,9	84,8	94,6	88,7	87,7	91,6	93,6	82,8	87,7	89,7	90,7
10	29,4	35,8	36,7	92,1	87,7	89,7	95,1	89,7	89,2	92,1	94,6	85,7	87,7	89,7	91,1
11	42,1	48,0	46,5	93,6	91,2	91,6	97,5	93,1	90,6	93,1	94,6	87,2	87,7	89,7	91,1
12	48,0	50,5	51,0	94,1	92,1	92,1	97,5	93,1	91,1	93,1	94,6	87,7	87,7	89,7	91,1
13	50,0	52,9	54,4	94,6	92,6	92,6	97,5	93,1	91,6	93,1	95,1	90,2	87,7	89,7	91,1
14	51,5a ¹	54,4a	55,9a	95,1a	92,6a	92,6a	97,5a	93,1a	92,1	93,6a	95,1a	91,1a	87,7a	89,7a	91,1a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada temperatura, no 14^o. dia após a semeadura, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Esse resultado reforça a teoria de Carvalho & Nakagawa (1988), isto é, a germinação de sementes de espécies tropicais será tanto mais rápida e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura de incubação dessas sementes, até certo limite.

Índice de velocidade de germinação - Considerando que no final do experimento diferença significativa entre substratos dentro de cada temperatura (Tabela 1), os valores foram agrupados a fim de comparar os outros parâmetros mensurados, entre as temperaturas testadas (Tabela 2).

Os valores dos índices de velocidade de germinação de sementes de cupuaçuzeiro confirmaram que a faixa de temperatura para que a germinação das sementes seja mais rápida está entre 25 e 35°C (Tabela 2).

Verificou-se, também, que, apesar de a temperatura de 35°C ter-se destacado como a melhor para iniciar o processo germinativo das sementes de cupuaçuzeiro, a germinação ao décimo quarto dia da semeadura tende a ser inferior, em comparação com as temperaturas de 20, 25 e 30°C (Tabela 1). Essa ocorrência deve-se, provavelmente, ao fato de as sementes terem sido submetidas por tempo prolongado, no germinador, à temperatura de 35°C, causando um bloqueio no processo germinativo da espécie e redução do número de sementes germinadas.

Porcentagem de plântulas normais - Os valores médios de porcentagem de plântulas normais

foram estatisticamente iguais entre as temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C (Tabela 2).

Para a temperatura de 15°C, as sementes de cupuaçuzeiro que germinaram não atingiram o estágio de plântula, no prazo experimental determinado (Tabela 2). Ibañez (1963a, 1963b) e Ibañez et al. (1963) encontraram resultado semelhante, ao estudarem o processo de desenvolvimento de plântulas de cacau.

A avaliação do vigor das sementes de cupuaçuzeiro apresentou os seguintes resultados:

Altura da parte aérea da plântula - As plântulas das sementes germinadas na temperatura de 30°C tiveram melhor desenvolvimento da parte aérea (Tabela 2). A média da altura da plântula nessa temperatura atingiu 13,8 cm, enquanto a 20, 25 e 35°C, as médias obtidas foram de 6,3, 11,0 e 9,7 cm, respectivamente. Esse resultado está de acordo com o encontrado por Figueiredo (1986a), em cacau. Ele constatou que a temperatura de 30°C permitiu o completo desenvolvimento da plântula dentro do período pré-estabelecido.

Comprimento da radícula da plântula - De forma similar, as plântulas cultivadas à temperatura de 30°C apresentaram um sistema radicular mais desenvolvido, atingindo a média de 7,8 cm de comprimento, enquanto as temperaturas de 20 e 25°C apresentaram médias estatisticamente iguais (Tabela 2). As sementes germinadas na temperatura de 35°C mostraram um atrofiamento no desenvolvimento da raiz. Este tratamento provocou a

TABELA 2. Médias do índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais, altura das plântulas, comprimento das raízes e peso seco dos cotilédones (PS) de sementes de cupuaçuzeiro, germinadas sob diferentes temperaturas.

Temperatura no germinador (°C)	IVG	Plântulas normais (%)	Altura da plântula	Comprimento da radícula	PS cotilédones
15	0,99 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	-
20	2,31 b	84,8 b	6,25 b	6,45 c	1,87 b
25	2,71 c	87,7 b	11,09 d	6,93 c	1,94 b
30	2,80 cd	87,1 b	13,79 e	7,79 d	1,73 a
35	3,00 d	81,7 b	9,74 c	4,09 b	1,67 a
Coef. de variação (%)	15,52	12,63	20,44	15,04	13,18

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

queima da radícula e do hipocótilo. Este resultado também foi observado por Hunter (1959) e Figueiredo (1986a) em plântulas de cacau. Embora as plântulas cultivadas a 35°C tenham apresentado maior velocidade de emissão da radícula, a exposição por 25 dias nesta temperatura causou-lhe a queima.

Peso da matéria seca dos cotilédones - A comparação das médias de peso de matéria seca dos cotilédones mostrou que as temperaturas de 20 e 25°C apresentaram valores superiores aos das demais temperaturas (Tabela 2).

Com relação às temperaturas de 30 e 35°C, obtiveram-se médias sem diferença significativa.

CONCLUSÕES

1. As sementes de cupuaçuzeiro germinaram bem nos três substratos utilizados.
2. O processo germinativo das sementes de cupuaçu é inibido à temperatura de 15°C: As sementes perdem sua viabilidade quando expostas por duas semanas a esta temperatura.
3. A germinação das sementes de cupuaçuzeiro foi acelerada à temperatura de 35°C. Entretanto, ocorreu um processo de queima da radícula e do hipocótilo, por causa do tempo de exposição nessa temperatura.
4. A faixa de temperatura ótima para que ocorra o máximo de germinação das sementes foi de 20 a 30°C. Esta faixa também permitiu o completo desenvolvimento das plântulas.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W.C.; NAZARÉ, R.F.R. de; NAGATA, I. **Estudo tecnológico de frutas da Amazônia**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1978. 19p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 3).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1980. 188p.
- CALZAVARA, B.B.G. **Fruteiras**: abieiro; abricozeiro; bacurizeiro; biribazeiro; cupuaçuzeiro. Belém: IPEAN, 1970. p.45-84. (IPEAN. Série Culturas da Amazônia, Belém, v.1, n.2).
- CALZAVARA, B.B.G.; MULLER, C.H.; KAHWAGE, O. de N. da C. **Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro; cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101p.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- FIGLIOLIA, M.B. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes de algumas essências florestais nativas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984. Curitiba: UFPR/IUFPR, 1984. p.193-204.
- FIGUEIREDO, S.F.L. Conservação da viabilidade das sementes de cacau. 2. Tipificação do fruto e descrição da semente e da germinação. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v.16, n.2, p.75-88, 1986a.
- FIGUEIREDO, S.F.L. Conservação da viabilidade das sementes de cacau. 3. solução de éteres celulósicos. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v.16, n.3, p.115-126, 1986b.
- FIGUEIREDO, S.F.L. Conservação da viabilidade das sementes de cacau. 4. Efeitos de fungicidas e pelletização. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v.16, n.4, p.173-188, 1986c.
- HUNTER, J.R. La germinación de *Theobroma cacao*. **Turrialba**, v.4, n.4, p.1-8, 1959.
- IBAÑEZ, M.L. A reversal of cacao seed sensitivity to cold. **Turrialba**, v.13, n.1, p.31-32, 1963a.
- IBAÑEZ, M.L. The point of irreversibility in cacao seed sensitivity to cold. **Turrialba**, v.13, n.2, p.127-128, 1963b.
- IBAÑEZ, M.L.; CASAS, I.P.; REDSHAW, E.S. The effects of Krebs's cycle intermediates on respiration in cacao embryos and cotyledons. **Turrialba**, v.13, n.4, p.238-240, 1963.
- MACÊDO, R.L.G. **Influência da temperatura, substrato e luminosidade na germinação e avaliação da qualidade de fisiológica das sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)**. Lavras: ESAL, 1985. 77p. Tese de Mestrado.
- PIKE, E.E. On the germination of cacao beans with special reference to storage and transportation problems. **Annual Report on Cacao Research**, v.4, p.33-40, 1935.
- PIKE, E.E.; LEONARD, E.R.; WARDLAW, C.W. On the viability of cacao seeds after storage. **Tropical Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.29, n.7, p.1145-1150, jul. 1994

- Agriculture**, Trinidad, v.11, n.12, p.303-307, 1934.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences**. New York: MacGraw-Hill, 1960.
- VASCONCELOS, M.N.L.; SILVA, M.L. da; MAIA, J.G.S.; GOTTLIEB, O.R. Estudo químico das sementes de cupuaçu. **Acta Amazônica**, Manaus, v.5, n.3, p.293-295, 1975.
- VENTURIERI, G.A.; ALVES, M.L.B. **A cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: EMATER-AM, 1984. 19p.