

**Aspectos Fisiológicos de
Sementes de Castanha-do-brasil
Submetidas a Condições de
Estresse: emergência e respiração**

República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida

Presidente

Alberto Duque Portugal

Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast

José Honório Accarini

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal

Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Bonifácio Hideyuki Nakasu

José Roberto Rodrigues Peres

Diretores-Executivos

Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson de Souza Serrão

Chefe-Geral

Jorge Alberto Gazel Yared

Miguel Simão Neto

Sérgio de Mello Alves

Chefes Adjuntos

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 05

Aspectos Fisiológicos de Sementes de Castanha-do-brasil Submetidas a Condições de Estresse: emergência e respiração

Francisco José Câmara Figueirêdo
Cláudio José Reis de Carvalho

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA
Fone: (91) 299-4500
Fax: (91) 276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Leopoldo Brito Teixeira*
Secretária-Executiva: *Maria de Nazaré Magalhães dos Santos*
Membros: *Antônio Pedro da Silva Souza Filho*
Expedito Ubirajara Peixoto Galvão
João Tomé de Farias Neto
Joaquim Ivanir Gomes
José de Brito Lourenço Júnior

Revisores Técnicos

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição – Embrapa Amazônia Oriental
Moacyr Bernardino Dias Filho – Embrapa Amazônia Oriental
Olinto Gomes da Rocha Neto – Embrapa Amazônia Oriental

Supervisor editorial: *Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes*
Revisor de texto: *Maria de Nazaré Magalhães dos Santos*
Normalização bibliográfica: *Lucilda Maria Sousa de Matos*
Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

1ª edição

1ª impressão (2002): 300 tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Figueirêdo, Francisco José Câmara.

Aspectos fisiológicos de sementes de castanha-do-brasil submetidas a condições de estresse: emergência e respiração / Francisco José Câmara Figueirêdo, Cláudio José Reis de Carvalho. – Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

20p. ; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 5).

ISSN 1676-5265

1. Castanha-do-brasil – Fisiologia. 2. Qualidade da semente. 3. Emergência. 4. Estresse térmico. 5. Germinação. I. Carvalho, Cláudio José Reis de. II. Título. III. Série.

CDD 634.57521

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	6
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	9
Conclusões	18
Referências Bibliográficas	18

Aspectos Fisiológicos de Sementes de Castanha-do-brasil Submetidas a Condições de Estresse: emergência e respiração

Francisco José Câmara Figueirêdo¹

Cláudio José Reis de Carvalho²

Resumo

Com o objetivo de avaliar os efeitos de estresses térmicos sobre a qualidade fisiológica, foram submetidas aos testes de emergência e respiração sementes de castanha-do-brasil, obtidas de frutos recém-coletados ou preservados à sombra por 45 e 90 dias, bem como sementes conservadas a $23\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $43\pm 5\%$ de umidade relativa do ar, por 120 e 240 horas, ou 30 e 60 dias, e mantidas a $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 5\%$ UR por 120 e 240 horas, ou 30 e 60 dias; juntamente com amêndoas estratificadas entre vermiculita, não-hidratada, por 120 e 240 horas. Os resultados obtidos permitem concluir que as sementes de castanha-do-brasil têm aumentado a taxa de emergência, quando as amêndoas não são semeadas imediatamente após a queda dos frutos; a conservação das sementes nos frutos de castanha-do-brasil, até 90 dias após a coleta, preserva de modo satisfatório a qualidade fisiológica das amêndoas; os testes de respiração devem ter a duração de 180 minutos. As de temperatura e de umidade relativa do ar prejudicam a qualidade fisiológica das sementes de castanha-do-brasil.

Termos para indexação: *Bertholletia excelsa*, temperatura, umidade relativa, germinação.

¹Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA. E-mail: fjc@cpatu.embrapa.br

²Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: carvalho@cpatu.embrapa.br

Physiological Aspects of *Bertholletia excelsa* Seeds Submitted to Stress Conditions: emergency and respiration

Abstract

Aiming to evaluate the effects of thermal stresses on the physiological quality, seeds of brazil-nut from: recently collected fruits; or preserved under shading by 45 and 90 days; conserved at $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ and $43 \pm 5\%$ of relative humidity for 120 and 240 hours or 30 and 60 days; maintained at $15 \pm 3^{\circ}\text{C}$ and $60 \pm 5\%$ RH by 120 and 240 hours or 30 and 60 days, and seeds stratified in vermiculite for 120 and 240 hours, were subjected to emergency and respiration tests. The results showed that seeds of brazil nut increase the emergency when the almonds are not sowed immediately after the fruit is shed. The conservation of the seeds in the fruits of brazil nut up to 90 days preserves satisfactory the physiological quality of the almonds. The respiration tests should have the minimum duration of 180 minutes, and alterations of the atmosphere, harm the physiological quality of the seeds of brazil nut.

Index terms: brazil nut, temperature, relative humidity, germination.

Introdução

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) é uma *Lecythidaceae* arbórea nativa da Amazônia. Ocorre em áreas de mata de terra firme, com temperatura média anual que varia de 24°C a 27°C , umidade relativa do ar de 79% a 91%, precipitação de 1 400 mm a 2.800 mm e 2.000 a 2.500 horas de luz solar (Villachica et al. 1996).

Os avanços sobre os conhecimentos da qualidade fisiológica de sementes de castanha-do-brasil, notadamente sobre a emergência de plântulas, não refletem toda a expectativa do setor de produção de mudas, pois as taxas de germinação ainda são baixas e se distribuem por período superior a seis meses. Sobre a perda de água pelas sementes/amêndoas dessa espécie, Müller (1982) e Figueirêdo & Carvalho (1990), consideraram-na como danosa à emergência, levando à necessidade de semeadura imediatamente após a queda dos frutos.

O referencial teórico informa que a energia requerida à sobrevivência das espécies vegetais, iniciada a partir da germinação das sementes, é sustentada pelas reações de oxidação, na presença (respiração) ou ausência (fermentação) de oxigênio. O processo envolve a troca de gases e a produção de gás carbônico, mas, em ambos os casos, há o consumo de oxigênio, fundamental para que as reações metabólicas se processem nas sementes e, em especial, para a respiração (Borges & Rena, 1993).

De acordo com Mayer (1980), o controle do metabolismo durante a germinação é necessário para que as substâncias de reservas sejam utilizadas com eficiência, além de possibilitar que os eventos sejam realizados de modo seqüencial e garantido, entre outros, que a germinação possa ser distribuída no espaço e no tempo.

O aumento da taxa respiratória das sementes concorre para que se processem diversas alterações provocadas pela água, gás carbônico e absorção de energia solar (Amorim, 1979) e concorre, de modo decisivo, para que o processo de germinação se complete, mas durante esse estágio há o consumo de oxigênio e a eliminação de gás carbônico em quantidades que variam de espécie a espécie (Popinigis, 1985). Estudos diversos de respiração têm sido conduzidos, como os de Santos (1985), com sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), Pesis & Ng (1986), com melão (*Cucumis melo* L.), Pammenter et al. (1997), com *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. e de Figueirêdo et al. (1998; 1999) com cupuaçu, *Theobroma grandiflorum* Willd. ex-Spreng. (Schum.), sempre associados à qualidade fisiológica (germinação e vigor).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos de estresses térmicos sobre a qualidade fisiológica de sementes de castanha-do-brasil, avaliada pela emergência, vigor e respiração.

Material e Métodos

As sementes de castanha-do-brasil foram obtidas de frutos recém-coletados, em áreas de cultivo da Embrapa Amazônia Oriental, na base física de Belém, Estado do Pará.

Os efeitos de tratamentos sobre a emergência e vigor (comprimento de radícula e epicótilo) foram avaliados aos 360 dias após a semeadura, em substrato de serragem curtida e areia lavada (1:1) esterilizado com brometo de metila, com contagens intermediárias aos 90 e 180 dias. Antes da semeadura, as sementes tiveram o tegumento removido, após 48 horas de maceração em água destilada, segundo recomendação de Müller (1981), e foram tratadas com benomyl mais talco inerte (1:3), na dosagem de 3 g para cada quilograma de amêndoas, exceção aos tratamentos em que as amêndoas foram conservadas entre vermiculita, quando as sementes tiveram o tegumento extirpado antes da estratificação.

Os tratamentos considerados constaram de sementes obtidas de frutos recém-coletados (A); ou conservados à sombra e em lugar arejado por 45 (B) e 90 (C) dias; conservadas a $23\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $43\pm 5\%$ de umidade relativa (UR) do ar por 120 (D) e 240 (E) horas, ou 30 (F) e 60 (G) dias; mantidas a $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 5\%$ UR por 120 (H) e 240 (I) horas, ou 30 (J) e 60 (K) dias; e de amêndoas estratificadas entre vermiculita, não-hidratada, por 120 (L) e 240 (M) horas, sob condições de ambiente semicontrolado de Belém, com temperatura média anual em torno de $26,8^{\circ}\text{C}$, com máximas de $30,3$ (fev.) a $33,6^{\circ}\text{C}$ (set.) e mínimas de $22,4$ (ago.) a $23,8^{\circ}\text{C}$ (abr.), e umidade relativa média de 84% , contida a partir dos extremos de 90 (abr.) e 78% (ago., set. e out.), condições essas às quais foram mantidos os frutos dos tratamentos B e C (Anuário... 1999).

No estudo de respiração, foram considerados os mesmos tratamentos que avaliaram a emergência. As amêndoas utilizadas, devidamente identificadas, pesadas e com volumes determinados, foram expostas a 48 horas de embebição em água destilada e incubadas a 35°C (Figueirêdo et al. 1998) em câmara de crescimento (NAPCO, modelo 304 – EUA), antes dos testes de respiração, exceção às dos tratamentos A, B e C.

Os testes, que tiveram a duração máxima de 180 minutos, mas com leituras intermediárias aos 30, 60, 90 e 120 minutos, foram realizados em respirômetro do tipo Warburg (Trade Take Mark, modelo OT.ST.7, Japão), de acordo com o método de Umbreit et al. (1972), instruções de Pesis & Ng (1986) e adaptação de Figueirêdo et al. (1998). Cada parcela foi representada por duas amêndoas, selecionadas aleatoriamente de um universo de 10 unidades.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para a avaliação da emergência e dos parâmetros de vigor, e cinco para a da respiração. As análises de variância (ANOVA) e as comparações de médias (Tukey, 5%) foram realizadas com o auxílio do programa ESTAT (Sistema... 1994), com base no modelo matemático: $y = m + E_i + e_{ij}$, onde: y = valor observado para cada variável de resposta; m = média geral; E_i = efeito i -ésimo da conservação de sementes; e e_{ij} = erro de observação j -ésima do i -ésimo do tipo conservação de sementes.

Resultados e Discussão

Nas Fig. 1 e 2 verificam-se as condições de graus de umidade de sementes, amêndoas e tegumentos, antes e depois da aplicação dos tratamentos experimentais, respectivamente.

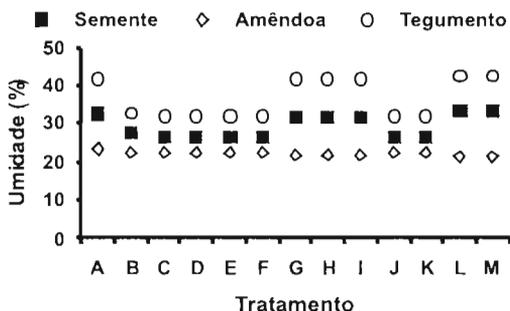


Fig. 1. Grau de umidade de semente, amêndoa e tegumento de castanha-do-brasil, antes da exposição às condições estressantes (n = 4).

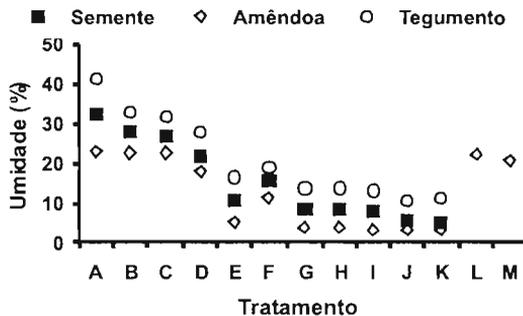


Fig. 2. Grau de umidade de semente, amêndoa e tegumento de castanha-do-brasil, depois da exposição às condições estressantes (n = 4).

Com base na Fig. 1, pode-se inferir que as maiores concentrações de água, em sementes de castanha-do-brasil recém-coletadas (29%), estavam estocadas no tegumento e corresponderam a 37% do peso deste, enquanto da amêndoa representava apenas 22%. Verificou-se que o grau de umidade de amêndoa foi mais uniforme, com variância da amostra de apenas 0,24% e erro padrão da média de 0,137.

Na Fig. 2 está demonstrado que os ambientes, com alterações das condições de temperatura e umidade relativa do ar, provocaram reduções variáveis no grau de umidade da amêndoa e do tegumento da semente. Houve a tendência das reduções serem maiores à medida que foi aumentado o período de exposição das sementes em cada um dos ambientes considerados, tendo o grau de umidade variado de 3,17 (K) a 17,98% (D).

No caso das amêndoas, as reduções do grau de umidade foram mais drásticas (86%) nos tratamentos J e K. Quando as amêndoas foram conservadas estratificadas, foi registrado ganho de umidade de 4,7% no tratamento L e perda de 2,7% no M. Nesses casos, a vermiculita não funcionou como barreira às trocas de vapor d'água com o ambiente, mas pode ter limitado a sua intensidade.

Na Fig. 3 estão representados os graus de umidade das amêndoas antes da sementeira, que variaram de 11,8 (K) a 26,6% (C).

De acordo com a Fig. 3, observa-se que o processo de extração do tegumento, que antecedeu à sementeira e requereu 48 horas de embebição em água destilada, fez com que aumentasse substancialmente o grau de umidade das amêndoas, em especial daquelas oriundas de sementes expostas a condições de estresses. Nesses casos, os aumentos variaram de 29% (D) a 381% (J), quando se comparam com os resultados da Fig. 2, e comprovaram a vulnerabilidade do tegumento à absorção de água, fatos não observados nos tratamentos B (7%) e C (18%).

As condições de estresse, às quais as sementes de castanha-do-brasil foram expostas, afetaram a capacidade de emergência de plântulas de amêndoas sementeiras e determinaram diferenças altamente significativas entre os tratamentos (ANOVA).

Na Fig. 4 estão representados os resultados médios de emergência de plântulas de castanha-do-brasil, provenientes de amêndoas obtidas de sementes submetidas a condições de estresses. Pode-se observar que houve a tendência da emergência diminuir a partir da exposição das sementes a essas condições.

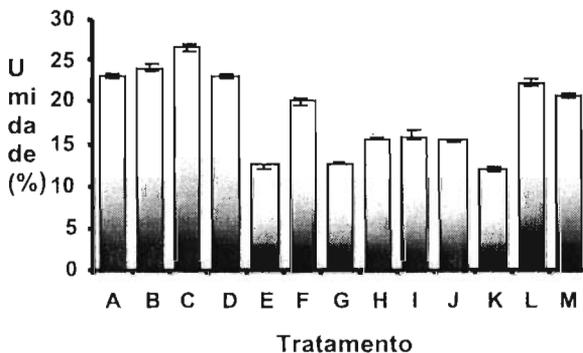


Fig. 3. Graus de umidade de amêndoas de castanha-do-brasil, antes da sementeira, após exposição das sementes a condições estressantes. (I = erro padrão da média; n = 4).

As porcentagens médias de emergência de amêndoas de castanha-do-brasil variaram de 11% (K) a 70% (C) e os maiores períodos de exposição (60 dias) a condições desfavoráveis de conservação, $23\pm 3^{\circ}\text{C}/43\pm 5\%$ UR e $15\pm 3^{\circ}\text{C}/60\pm 5\%$ UR, concorreram para as maiores perdas de viabilidade das sementes observadas nos tratamentos G e K. Figueirêdo et al. (1990) e Figueirêdo & Carvalho (1990; 1994) observaram que amêndoas ou sementes dessa espécie tiveram a capacidade de emergir reduzida quando mantidas sob condições de temperaturas frias, desfavoráveis ao armazenamento.

Observa-se também, na Fig. 4, que houve tendência da emergência ser menor nos tratamentos em que as sementes foram mantidas sob temperaturas mais frias. Resultados equivalentes foram obtidos por Figueirêdo et al (1998) com sementes de cupuaçu.

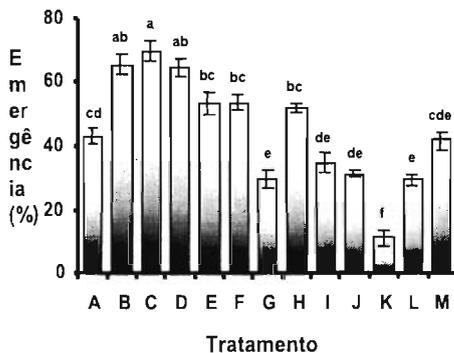


Fig. 4. Emergência média (%) de plântulas de castanha-do-brasil, obtidas de amêndoas oriundas de sementes submetidas a condições de estresses. (Em cada coluna, as letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos, Tukey 5%; I= erro padrão da média; n=4).

Entretanto, os resultados do tratamento A (43%) permitem especular sobre a maturidade fisiológica das sementes de castanha-do-brasil, que aparentemente só deve atingir o pico máximo passados alguns dias após a queda dos frutos, como parece estar comprovado a partir dos resultados dos tratamentos B (66%) e C (70%). Segundo Mayer & Poljakoff-Mayber (1975), alguns tipos de sementes não germinam imediatamente após a colheita, como ocorre com espécies da família das gramíneas. A cevada (*Hordeum vulgare* L.) requer cerca de 15 dias de estocagem para atingir o pico máximo de germinação.

A estratificação de amêndoas de castanha-do-brasil, a seco, em vermiculita, foi prejudicial à qualidade fisiológica e determinou reduções na porcentagem de emergência. Embora as trocas de vapor d'água com o ambiente não tenham sido muito expressivas (Fig. 2), a vermiculita pode ter dificultado a oxigenação das sementes que se refletiu sobre a emergência de plântulas. Figueirêdo et al. (1998) obtiveram resultados semelhantes com sementes de cupuaçu.

Ao se comparar os resultados das Fig. 3 e 4, em que pese a mais baixa porcentagem de emergência ter correspondido à de mais baixo grau de umidade, tratamento K, não existe indício forte que permita estabelecer um limite mínimo de água nas amêndoas para melhor desempenho emergencial. Figueirêdo et al. (1990) informam que as sementes de castanha-do-brasil não devem ser secadas em níveis inferiores a 14%, pois provocará a redução na porcentagem de germinação.

Na Fig. 5 está representada a evolução da porcentagem de emergência de plântulas de castanha-do-brasil, avaliada preliminarmente aos 90 e 180, e ao final de 360 dias após a sementeira.

Observando-se os resultados apresentados na Fig. 5, verifica-se que pode ser desnecessário prolongar os testes de emergência de amêndoas de castanha-do-brasil, para além de 180 dias, apesar do pico máximo de emergência ter sido alcançado quase sempre aos 360 dias após a sementeira, exceção aos tratamentos J e K. Os ganhos em emergência, que variaram de 2% a 11%, foram inexpressivos se forem levados em consideração os custos que possam representar esta prorrogação. De acordo com Villachica et al. (1996), aos 90 dias após a sementeira, sob condições de viveiro, a germinação de sementes de castanha-do-brasil é superior a 80%, taxa essa não observada neste trabalho, mesmo quando os testes foram prorrogados até 360 dias.

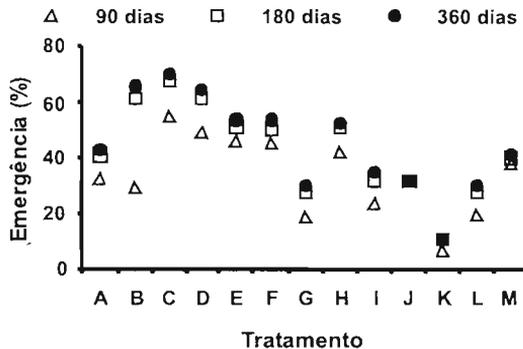


Fig. 5. Evolução da porcentagem de emergência de plântulas de castanha-do-brasil, obtidas de amêndoas oriundas de sementes submetidas a condições de estresses.

O vigor, avaliado pelos comprimentos médios de radícula e epicótilo de plântulas de castanha-do-brasil, provenientes de amêndoas de sementes submetidas a condições de estresse, está representado nas Fig. 6 e 7.

Com base nos resultados das Fig. 6 e 7, que variaram de 8,4 (B) a 19,8 cm (J) e de 14,1 (F) a 27,4 cm (M), para comprimentos de radícula e epicótilo, respectivamente, pode-se especular que não existe correspondência positiva com relação aos de emergência (Fig. 4), pois os maiores comprimentos médios não corresponderam ao de maior porcentagem de emergência, o mesmo também não ocorreu quando se correlacionaram os resultados menos eficientes. Esses fatos podem estar associados ao vigor individual das sementes que produziram plântulas normais e favoreceram as médias obtidas, ora de radícula, ora de epicótilo. Ao contrário do obtido por Figueirêdo et al. (1990), os resultados de vigor, avaliados pelos comprimentos da radícula e do epicótilo, não caracterizaram que esses efeitos podem ser atribuídos aos tratamentos a que as sementes de castanha-do-brasil foram submetidas antes da semeadura.

Ao compararem-se os comprimentos médios de radícula e de epicótilo de plantas de castanha-do-brasil (Fig. 6 e 7), obtidos de sementes submetidas a condições variáveis de temperatura e umidade relativa do ar, pode-se aduzir que o nível mais baixo de umidade relativa pode ter sido o responsável pelos menores desenvolvimentos de radículas e de epicótilos. No entanto, para esses parâmetros, a temperatura mais baixa (15 °C) pode ter sido compensada pela maior taxa de umidade relativa.

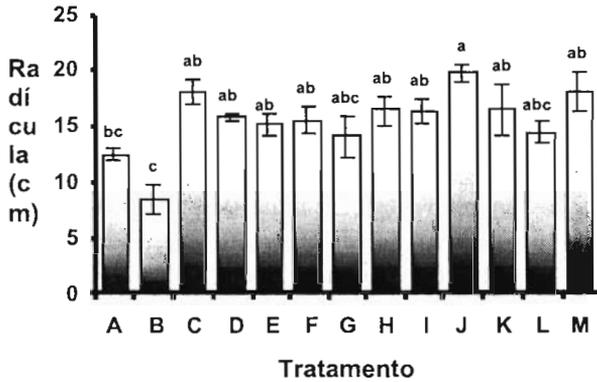


Fig. 6. Comprimento médio de radícula (cm) de plântulas de castanha-do-brasil, obtidas de amêndoas oriundas de sementes submetidas a condições de estresses. (Em cada coluna, as letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos, Tukey 5%; I=erro padrão da média; n=4).

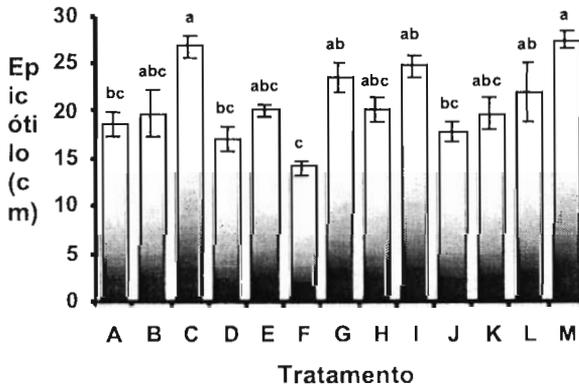


Fig. 7. Comprimento médio de epicótilo (cm) de plântulas de castanha-do-brasil, obtidas de amêndoas oriundas de sementes submetidas a condições de estresses. (Em cada coluna, as letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos, Tukey 5%; I=erro padrão da média; n=4).

As sementes de castanha-do-brasil, quando expostas a condições de estresses, tiveram o processo respiratório alterado e concorreram para as diferenças altamente significativas entre os tratamentos (ANOVA).

Nas Fig. 8 e 9 estão representados os resultados médios de respiração de amêndoas de castanha-do-brasil, oriundas de sementes submetidas a condições de estresses, e os de progresso da atividade respiratória avaliada aos 30, 60, 90, 120 e 180 minutos do início dos testes, respectivamente.

De acordo com os resultados da Fig. 8, pode-se estimar que as sementes, logo após a queda dos frutos, ainda não atingiram a plenitude da maturidade fisiológica, daí as representantes do tratamento A terem liberado, durante os testes de respiração, maior volume de CO_2 (respiração anaeróbica) em relação ao consumo de O_2 (respiração anaeróbica). Com isso, a atividade metabólica foi menor e teve reflexo no comportamento de emergência de plântulas (Fig. 4), quando comparado aos outros tratamentos controles (B e C). Esses resultados estão de acordo com o relato de Borges & Rena (1993), que afirmam que nos momentos iniciais da germinação a respiração é anaeróbica e, logo em seguida, passa a ser absolutamente dependente de oxigênio.

Pode-se deduzir, também, que a temperatura mais baixa ($15 \pm 3^\circ \text{C}$), a qual foram expostas as sementes dos tratamentos H, I, J e K, inibiram mais as atividades fisiológicas (emergência, Fig.4; e respiração, Fig. 8) que as condições de baixa umidade relativa do ar ($43 \pm 5\% \text{ UR}$) impostas às dos tratamentos D, E, F e G. Resultados semelhantes foram obtidos por Figueirêdo et al. (1998, 1999) para emergência e respiração de sementes de cupuaçu, respectivamente.

O baixo resultado de respiração das amêndoas do tratamento A está respaldado pela afirmativa de Mayer & Poljakoff-Mayber (1975), em que as sementes secas têm baixa taxa de metabolismo e só quando reidratadas há ativação de enzimas protéicas que favorecem as reações bioquímicas.

De acordo com a Fig. 9, pode-se inferir que os testes de respiração tendem a apresentar melhores resultados, independente das sementes terem sido submetidas ou não a condições estressantes, após 120 minutos de exposição das amêndoas ao respirômetro Warburg. Os resultados alcançados neste trabalho superam, para condições semelhantes, os valores obtidos por Figueirêdo & Carvalho (200-) também com sementes de castanha-do-brasil, fato que certamente está associado à duração do teste de respiração de 180 minutos, contra a de 120 minutos daquele ensaio.

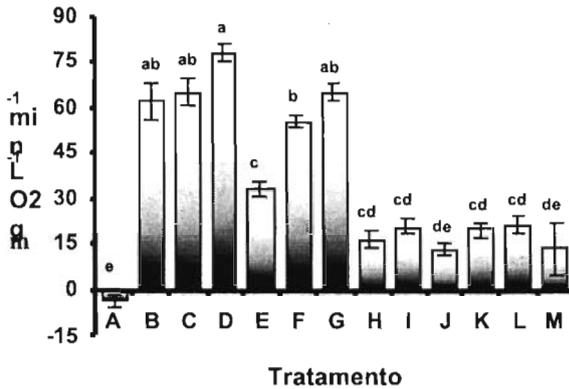


Fig. 8. Respiração média de amêndoas de castanha-do-brasil oriundas de sementes submetidas a condições de estresses. (Em cada coluna, as letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos, Tukey 5%; I = erro padrão da média; n = 5).

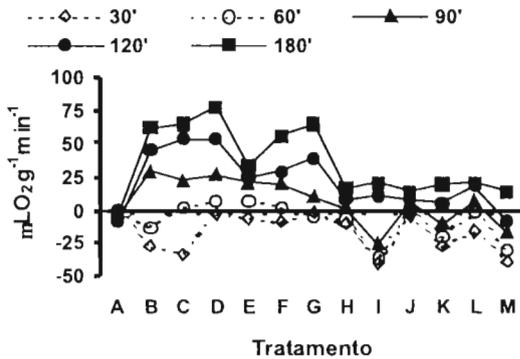


Fig. 9. Progresso da respiração média de amêndoas de castanha-do-brasil oriundas de sementes submetidas a condições de estresses.

De acordo com os resultados apresentados nas Fig. 4, 8 e 9, verifica-se a confirmação de que as condições de $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 5\%$ UR foram as mais danosas à qualidade fisiológica (emergência e respiração) de sementes de castanha-do-brasil, muito embora esse desempenho não tenha se repetido na avaliação de vigor (Fig. 6 e 7).

Conclusões

As sementes de castanha-do-brasil têm aumentado a taxa de emergência, quando as amêndoas não são semeadas imediatamente após a queda dos frutos.

A conservação das sementes nos frutos de castanha-do-brasil, até 90 dias após a coleta, preserva de modo satisfatório a qualidade fisiológica das amêndoas, avaliada pela emergência e respiração.

As reduções de temperatura e de umidade relativa do ar prejudicam a qualidade fisiológica das sementes de castanha-do-brasil.

Referências Bibliográficas

AMORIM, H. V. de. Respiração. In: FERRI, M.G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979. v.1. p.249-277.

ANUÁRIO CLIMATOLÓGICO. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, n.7, 17p. 1999.

BORGES, E.E. de L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLA, M.B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; CARVALHO, J.E.U. de. Adiantamento da semeadura de sementes de castanha-do-brasil. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 18p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 112).

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; CARVALHO, J.E.U. de. Avaliação de características recalcitrantes de sementes de castanha-do-brasil. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994. 17p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 154).

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; CARVALHO, C.J.U. de. **Respiração de sementes de castanha-do-brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, [200-].

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; CARVALHO, J.E.U. de; FRAZÃO, D.A.C. **Nível crítico de umidade de sementes e seus efeitos sobre a emergência de plântulas de castanha-do-brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 17p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 113).

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; CARVALHO, C.J.R. de; ROCHA NETO, O.G. da. **Respiração de sementes de cupuaçuzeiro**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 22p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 188).

FIGUEIRÊDO, F.J.Ć.; CARVALHO, C.J.R. de; ROCHA NETO, O.G. da. **Respiração de sementes de cupuaçuzeiro submetidas a estresse térmico**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 1).

MAYER, A.M. Metabolic control of germination. In: KHAN, A.A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germinations**. New York: North-Holland, 1980. p.357-384.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 2.ed. New York: Pergamon, 1975. 192p.

MÜLLER, C.H. **Castanha-do-brasil: estudos agronômicos**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981. 25p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 1).

MÜLLER, C.H. **Quebra da dormência da semente e ênertia em castanha-do-brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982. 40p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 16).

PAMMENTER, N.W.; MOTETE, N.; BERJAK, P. The response of hydrated recalcitrant seeds to long-term storage. In: ELLIS, R.H., BLACK, M.; MURDOCH, A.J.; HONG, T.D. (Ed.). **Basic and applied aspects of seed biology**. London: Kluwer Academic Publishers, 1997. p.673-687.

PESIS, E.; NG, T.J. The effect of seed coat removal on germination and respirations of muskmelon seeds. **Seed Science and Technology**, v.1 , n.14, p.117-125, 1986.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

SANTOS, D.S.B. dos. **Germinação de sementes de *Beta vulgaris* L. cv. Kawemegamono**. 1985. 166f. Tese Doutorado – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SISTEMA para análise estatística: ESTAT. versão 2.0. Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1994. 1 disquete.

UMBREIT, W.W.; BURRIS, R.H.; STAUFFER, J.F. **Manometric and biochemical techniques**. 5.ed. Minneapolis: Burgess, 1972. 385p.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H.; DÍAZ, S.C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica, 1996. 367p.

Embrapa

Amazônia Oriental

CGPE 3013

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Governo do
BRASIL