



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA / FITOTECNIA

BRUNO FRANÇA DA TRINDADE LESSA

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong EM FUNÇÃO DO PESO DE SEMENTE, LOCALIZAÇÃO NO FRUTO E CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E LUZ

FORTALEZA

2013

BRUNO FRANÇA DA TRINDADE LESSA

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong EM FUNÇÃO DO PESO DE SEMENTE, LOCALIZAÇÃO NO FRUTO E CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E LUZ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L631g Lessa, Bruno França da Trindade.
 Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong em função do peso de semente, localização no fruto e condições de temperatura e luz / Bruno França da Trindade Lessa. – 2013.
 60 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza, 2013.
 Área de concentração: Fitotecnia.
 Orientação: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho.
1. Sementes – Fisiologia. 2. Germinação. 3. Fabaceae. 4. Essências florestais. 5. Fatores abióticos.
 I. Título.

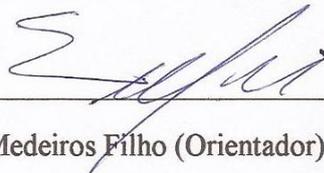
BRUNO FRANÇA DA TRINDADE LESSA

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Enterolobium contorsiliquum*
(Vell.) Morong EM FUNÇÃO DO PESO DE SEMENTE, LOCALIZAÇÃO NO FRUTO E
CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E LUZ

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia/Fitotecnia, da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial para
obtenção do Título de Mestre em Agronomia.
Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: 26 / 02 / 2013

BANCA EXAMINADORA



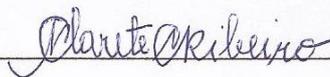
Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho (Orientador)

Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira

Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. (a) Dr. (a) Maria Clarete Cardoso Ribeiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

*A minha mãe, **Maria Luciere França**, e
ao meu padrasto, **Eliberto José Moraes
de Souza**, pelo apoio e dedicação em
todos os momentos da minha vida.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que guiou os meus passos até aqui;

A toda minha família pelo carinho, respeito e confiança;

A Universidade Federal do Ceará, juntamente com o Centro de Ciências Agrárias, pelas oportunidades que culminaram na realização desta conquista;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida e pelo incentivo a pesquisa;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho, pelos ensinamentos de cunho didático e ético-profissional;

Aos componentes da banca examinadora, Prof.(a) Dr.(a) Maria Clarete Cardoso Ribeiro e Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira, pelas observações e contribuições dadas ao trabalho;

Aos professores, pesquisadores, estudantes e funcionários do Laboratório de Análise de Sementes pelo acolhimento pessoal e contribuição, direta ou indireta, para a realização do trabalho;

Aos estudantes do curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia João Paulo Nobre de Almeida, Maria Lucilânia Bezerra Almeida, Antônio Francelino de Oliveira Filho, Raimundo Thiago Lima da Silva e Lucas Kennedy Silva Lima pela amizade e momentos de confraternização;

E aos amigos, João Paulo Nobre de Almeida, Charles Lobo Pinheiro e Fernanda Melo Gomes pela essencial e direta colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Atualmente vem crescendo o interesse com cunho agrônomo pelas espécies florestais nativas do Brasil, em virtude de suas aplicações em diversos setores da economia. O tamboril (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong) é uma destas espécies, apresentando importância para o setor madeireiro, paisagístico, medicinal, melífero, além de ser indicada para recomposição de áreas degradadas. O objetivo deste trabalho foi estudar a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de tamboril em função do peso, localização das sementes no fruto e condições de temperatura e luz. Foram realizados dois experimentos: no primeiro, as sementes foram separadas de acordo com o peso, em três classes (leves, médias e pesadas), submetendo-se, cada classe, ao teste de germinação sob ausência e presença de luz em quatro diferentes temperaturas (20, 30, 40 e 20-30°C). Este experimento foi disposto em esquema fatorial triplo 3x2x4 (referentes a três classes, dois regimes de luz e quatro temperaturas) sob delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. No segundo, as sementes foram separadas de acordo com sua localização no fruto (regiões proximal, central e distal) e submetidas ao teste de germinação sob as temperaturas de 25 e 20-30°C, utilizando-se esquema fatorial 3x2 (três locais e duas temperaturas) em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Para ambos os experimentos foram determinadas as variáveis: primeira contagem, porcentagem final e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da parte aérea, raiz e total das plântulas, além do envelhecimento acelerado para o segundo experimento. Todos os dados foram submetidos a teste de normalidade e, quando estes apresentaram-se normais realizou-se análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey, quando não normais apenas teste de Mann-Whitney. A germinação de tamboril mostrou-se insensível à luz com alta porcentagem e velocidade quando utilizou-se a temperatura de 40°C, todavia esta temperatura prejudicou o desenvolvimento das plântulas. Assim a temperatura mais indicada para o estabelecimento de tamboril é a de 30°C. As sementes pesadas obtiveram sempre os melhores resultados, mostrando que a utilização destas sementes garante produção de mudas mais uniforme e com bom desenvolvimento. Dentre as variáveis avaliadas, a localização das sementes influenciou apenas a velocidade de germinação, a qual foi maior para as sementes da região distal do fruto a 25°C. Conclui-se também que a alternância de temperatura não afeta a germinação e crescimento das plântulas de tamboril.

Palavras-chave: Espécies florestais. Tamboril. Qualidade fisiológica. Fatores abióticos.

ABSTRACT

Currently comes increasing the interest with agronomical emphasis by native forest species from Brazil, due its applications in various sectors of the economy. The “tamboril” (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong) is one of these species, presenting importance for the timber, landscape, medical, beekeeping sector, beyond to be indicated for recovery of degraded large areas. The objective of this work was studying the seeds germination and seedlings growth of *E. contorsiliquum* in function of seeds weight, location on fruit and conditions of temperature and light. Two experiments were conducted: in the first, the seeds were separated according to the weight, in three classes (light, intermediaries and heavy), submitting each class to germination test under absence and presence of light in four different temperatures (20, 30, 40 and 20-30°C). This experiment was disposed in triple factorial squeme 3x2x4 (related to three classes, two light regimes and four temperatures) under completely randomized design, with four replications. In the second, the seeds were separated according to their location in the fruit (proximal, central and distal regions) and submitted to germination test under the temperatures of 25 and 20-30°C, using factorial squeme 3x2 (three locations and two temperatures) in completely randomized design with four replications. For both experiments were determined the variables: germination first count, final percentage and rate, length and dry weight of shoot, root and total, beyond of accelerated aging only for the second experiment. All data were submitted to normality test and, when they were presented normal was performed variance analysis and the compare means by Tukey test, when no normal only Mann-Whitney test. The germination of “tamboril” was shown to be insensitive to light with high percentage and rate when using the temperature of 40°C, however this temperature detracted the seedlings development. So the temperature more indicated for the settlement of “tamboril” is 30°C. The heavy seeds had always the best results, showing the use of these seeds ensures seedlings production more uniform and with good development. Among the variables assessed the location of the seeds influenced only the germination rate, which was higher for seeds of the distal region of the fruit at 25°C. Conclude also the alternating temperature doesn't affect the seeds germination and seedlings growth of “tamboril”.

Keywords: Forest species. Tamboril. Physiological quality. Abiotic factors.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong em função do peso de semente e condições de temperatura e luz.

Figura 1: Boxplot (A) e histograma de frequência (B) para a distribuição de peso de uma amostra de 300 sementes de tamboril, colhidas no mês de julho de 2012 em fragmento de Caatinga no município de Quixadá - CE; 26

Figura 2: Porcentagem de germinação, na 1^o e última contagem, de sementes de tamboril submetidas à presença e ausência de luz; 31

Figura 3: Porcentagem de germinação, na 1^o e última contagem, de sementes de tamboril submetidas a diferentes regimes de temperatura; 33

Figura 4: Porcentagem média de sobrevivência de plântulas de tamboril sob diferentes regimes de temperatura. 36

Figura 5: Porcentagem de germinação, na 1^o e última contagem, de sementes de tamboril com diferentes pesos. 37

CAPÍTULO II - Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura.

Figura 1: Fruto intacto e cortado de tamboril com o esquema da localização das sementes nas regiões proximal (P), central (C) e distal (D) do fruto; 48

Figura 2: Porcentagem final de germinação (PG) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de tamboril submetidas a dois regimes de temperatura; 52

Figura 3: Porcentagem final de germinação (PG) e envelhecimento acelerado (EA) em sementes de tamboril em função da localização da semente no fruto. 54

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong em função do peso de semente e condições de temperatura e luz.

Tabela 1: Peso de mil sementes (PMS) e Teor de água (T) para sementes de tamboril separadas em três classes de peso;	29
Tabela 2: Resumo da ANAVA das variáveis IVG (índice de velocidade de germinação), MSPA (massa seca da parte aérea) e MSR (massa seca da raiz);	30
Tabela 3: Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de tamboril em função da presença e ausência de luz;	32
Tabela 4: Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de tamboril submetidas a diferentes regimes de temperatura;	34
Tabela 5: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tamboril submetidas a diferentes temperaturas, na presença e ausência de luz;	35
Tabela 6: Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de plântulas de tamboril submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz;	36
Tabela 7: Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de tamboril em função do peso de semente;	38
Tabela 8: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tamboril de diferentes classes de peso sob regimes distintos de temperatura;	39
Tabela 9: Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de plântulas de tamboril oriundas de sementes com diferentes pesos submetidas a regimes distintos de temperatura.	39

CAPÍTULO II - Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura.

Tabela 1: Resumo da ANAVA e coeficientes de variação para as variáveis de vigor de sementes e crescimento de plântulas de tamboril;	51
Tabela 2: Primeira contagem de germinação (7° dia), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) e massa seca total de plântulas de tamboril submetidas a dois regimes de temperatura;	53
Tabela 3: Primeira contagem de germinação (7° dia), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) e massa seca total de plântulas de tamboril em função da localização da semente no fruto;	54
Tabela 4: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tamboril em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura;	55
Tabela 5: Comprimento Total de plântulas (CT) de tamboril em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura;	56
Tabela 6: Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) de plântulas de tamboril em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura.	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Considerações gerais sobre a espécie	14
2.2 Germinação de sementes	14
2.3 A germinação e sua relação com o peso de semente	15
2.4 A localização da semente no fruto e sua influência sobre a germinação	15
2.5 Efeito da temperatura na germinação de sementes	16
2.6 Efeito da luz na germinação de sementes	17
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO I - Germinação e crescimento de plântulas de <i>Enterolobium contorsiliquum</i> (Vell.) Morong em função do peso de semente e condições de temperatura e luz	22
Resumo	22
Abstract	23
1 Introdução	24
2 Material e Métodos	26
3 Resultados e Discussão	29
4 Conclusões	40
Referências	41
CAPÍTULO II - Germinação e crescimento de plântulas de <i>Enterolobium contorsiliquum</i> (Vell.) Morong em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura	44
Resumo	44

Abstract	45
1 Introdução	46
2 Material e Métodos	48
3 Resultados e Discussão	51
4 Conclusões	57
Referências	58

1 INTRODUÇÃO

O estudo da germinação de sementes de espécies florestais vem, ao longo dos últimos anos, sendo alvo frequente de pesquisadores e estudiosos de vários setores do conhecimento, como ecologia e produção vegetal. O entendimento de tal fenômeno poderá auxiliar na elucidação dos mecanismos de sobrevivência e evolução de tais espécies, assim como no desenvolvimento de formas de manejo que possibilite ações antrópicas na recuperação ou manutenção de áreas com vegetação nativa. Além disso, também poderá ser útil na escolha das técnicas adequadas de produção visando obter materiais de considerável valor econômico, como madeira, óleo vegetal, substâncias de importância medicinal entre outros.

O comportamento germinativo é singular para cada espécie, e representa a retomada do crescimento do embrião que sofreu uma interrupção ao final da fase de maturação na planta-mãe (CARDOSO, 2008). É influenciado por fatores externos e internos à semente, onde cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais (NASSIF *et al.*, 1998). Com relação aos fatores internos, cita-se a quantidade de reservas nutricionais da semente, a atividade hormonal, a permeabilidade à água do tegumento e a idade da semente. Já aos externos tem-se a água, a temperatura e, em alguns casos, a luz (MARCOS FILHO, 2005).

Observa-se que a relação semente/ambiente é um ponto fundamental que media o estabelecimento de um novo indivíduo no ecossistema existente. Assim, o sucesso nesse estabelecimento vai depender diretamente das condições de integridade interna e externa da semente, ou seja, da qualidade da mesma, e de como esta interage com o meio.

Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que os principais fatores que influenciam a qualidade da semente são a formação perfeita do embrião durante o estágio de desenvolvimento da semente e a quantidade de reservas que vão sendo alocadas para a mesma decorrente do acúmulo de fotoassimilados exercido pela planta-mãe. Portanto uma característica que deve ser levada em consideração é o peso da semente, que segundo Silva, Maia e Moraes (2007) está diretamente relacionada com a qualidade de sementes, tendo em vista que sementes pesadas foram mais bem nutridas no decorrer de seu desenvolvimento, criando uma correlação positiva com o vigor e estabelecimento da plântula.

Vários autores já comprovaram correlação positiva entre peso e vigor de sementes e/ou plântulas em espécies cultivadas, como em feijão, arroz, trigo, mamão e cacau (CICERO; ORSI, 1977; FRAZÃO *et al.*, 1984; MARTINS *et al.*, 2005). Entretanto, em espécies

florestais nativas do Brasil é grande a escassez de estudos que afirmem existência de correlação entre peso e germinação e/ou vigor, o que demonstra uma enorme lacuna nesta área do conhecimento.

Outro ponto importante com relação à alocação dos fotoassimilados para as sementes, influenciando sua qualidade, é quanto à localização das sementes no fruto, tendo em vista que sementes mais próximas ou afastadas do pedúnculo pode acarretar diferenças na quantidade ou na velocidade de transferência das reservas (MENA-ALÍ; ROCHA, 2005). Nimer *et al.* (1983) estudando sementes de mucuna preta encontrou diferenças entre sementes de diferentes localizações dentro do fruto, mas não conseguiu constatar uma relação lógica com o processo germinativo. Isso sugere que mais estudos precisam ser realizados para a completa elucidação dessas relações.

Como mencionado, o processo germinativo também é regulado pelos fatores ambientais, onde exigências e limitações são definidas de acordo com a característica genética da espécie e de suas adaptações evolutivas. As amplitudes térmicas do ambiente, por exemplo, regulam a germinação agindo sobre a velocidade de absorção de água, como também sobre as reações bioquímicas que viabilizam todo o processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), portanto estas respostas irão variar de acordo com o habitat e com as variações térmicas existentes no mesmo. Outro fator seria a luz, que está associada a um mecanismo de dormência caracterizado pelo controle do equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de crescimento, sendo, este equilíbrio condicionado pela intensidade luminosa e comprimento de onda que incide sobre a semente (KENDRICK; FRANKLAND, 1981).

Baseando-se nestes variados mecanismos de indução e inibição do processo germinativo, o presente trabalho objetivou estudar os efeitos de diferentes temperaturas e condições de luminosidade na germinação e crescimento de plântulas oriundas de sementes de diferentes pesos e localizadas em partes distintas do fruto de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre a espécie

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong, popularmente conhecida como tamboril, timbaúba ou orelha-de-negro, é uma espécie da família Fabaceae-Mimosoideae que tem como sinônimas botânicas as espécies *Mimosa contortisiliqua* Vell. e *Enterolobium timbouva* Mart. É uma espécie decídua, heliófita, seletiva higrófito, dispersa em várias formações florestais. Possui altura de 20 a 35 m, com tronco de 80 a 160 cm de diâmetro; formando uma copa ampla e frondosa com folhas compostas bipinadas com 2-7 jugas (LORENZI, 1998).

A espécie apresenta grande plasticidade ecológica e de ampla distribuição neotropical, ocorrendo em várias regiões fitoecológicas e sobre vários tipos de solos. Ocorre no Pará, Maranhão, Piauí até Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (LORENZI, 2002).

Suas flores apresentam importância apícola, a estética de sua copa lhe confere uso paisagístico e sua madeira é utilizada para diversos fins. A madeira de tamboril é considerada leve e possui muitas utilidades como na fabricação de barcos e de canoas de tronco inteiro, em compensados, brinquedos, armações de móveis, miolo de portas e caixas. Por possuir copa ampla e frondosa proporciona ótima sombra durante o verão, sendo ótima para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente, por seu rápido crescimento inicial (LORENZI, 1998).

2.2 Germinação de sementes

A germinação representa a retomada do crescimento do embrião, que sofreu uma interrupção ao final da fase de maturação na planta-mãe. Inicia-se com a entrada de água na semente (embebição) que irá ativar o metabolismo, culminando com o crescimento do eixo embrionário, sendo influenciada por fatores externos ou ambientais e internos à semente, podendo cada fator atuar por si ou em interação com os demais (NASSIF *et al.*, 1998; CARDOSO, 2008).

O processo germinativo pode ser avaliado sob diferentes pontos de vista. Do ponto de vista botânico, o final da germinação é indicado pela protrusão da raiz primária, e o desenvolvimento subsequente é considerado pós-germinativo (BEWLEY; BLACK, 1994). Do ponto de vista da tecnologia de sementes, considera-se que o critério para definir a

germinação baseia-se no desenvolvimento da plântula, levando em consideração a presença de todas as estruturas essenciais do embrião (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes viáveis e não dormentes germinam quando a disponibilidade de água, oxigênio, temperatura e, em alguns casos, da luz são satisfatórias (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

2.3 A germinação e suas relações com o peso de semente

As espécies, de um modo geral, podem regular seu estoque de produção de sementes de duas formas: dando ênfase na quantidade ou na qualidade, sendo uma inversamente proporcional a outra, ou seja, quando uma aumenta a outra diminui. Este impasse é regulado pelas condições ambientais e definitivo para a sobrevivência da espécie (COSTA, 2005).

Dessa forma, o peso que uma semente consegue atingir em sua maturidade fisiológica seria um ponto questionável no tocante a produção e qualidade de semente. Silva, Maia e Moraes (2007) são categóricos ao afirmarem que há direta relação da variável peso com a qualidade das sementes. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) o peso da semente revela indícios sobre a condição do tecido de reserva e integridade do embrião, afirmando que sementes mais pesadas foram mais bem nutridas em seu desenvolvimento, apresentando uma quantidade maior de reservas e embrião em perfeita formação.

Há bastante tempo diversos pesquisadores vêm estudando a influência do peso da semente nas características de germinação e crescimento das plantas. Em várias espécies já foi comprovada a existência de correlação positiva entre o peso e vigor das sementes e plantas, como em feijão, arroz, trigo, cacau, mamão, sambacaitá, cevadilha e ipê-roxo (CICERO; ORSI, 1977; FRAZÃO *et al.*, 1984; MARTINS *et al.*, 2005; SILVA; MAIA; MORAES, 2007; SANTOS NETO, *et al.* 2009; RIBEIRO *et al.* 2012).

2.4 A localização da semente no fruto e sua influência sobre a germinação

São escassas as informações sobre as relações da localização da semente no fruto com a germinação e vigor de sementes. Os poucos trabalhos realizados comprovam que o espaço no interior do fruto reservado para o desenvolvimento de uma semente pode influenciar as características qualitativas da mesma.

Um dos fenômenos associados a esta influência é a distribuição dos fotoassimilados no momento do desenvolvimento da semente na planta-mãe, sendo esta distribuição determinada pela sequência em que os óvulos são fertilizados e pela proximidade destes em relação à fonte de recursos (MENA-ALÍ; ROCHA, 2005; MONDO; CICERO, 2005;). Os primeiros a serem fertilizados, por exemplo, serão também os primeiros a receberem reservas nutricionais da planta-mãe e, portanto, permanecerão por mais tempo recebendo os fotoassimilados. Assim a região do fruto em que ocorrer as primeiras fertilizações terão maiores chances de produzirem sementes de maior qualidade. Quanto à proximidade da fonte de recurso, é sabido que sementes mais próximas do pedúnculo do fruto tendem a receberem os fotoassimilados com maior intensidade (BOVENDORP *et al.*, 2009).

Em algumas importantes espécies vegetais, como o milho, já se sabe a ordem em que ocorre a distribuição dos fotoassimilados, sendo primeiramente para a porção intermediária, neste caso da espiga, em seguida para a base e, por fim, para o ápice. Explicando, assim, a inferioridade em germinação e vigor das sementes da porção distal (ápice) da espiga (MONDO; CICERO, 2005).

Em espécies florestais, como leucena e algarobeira foi comprovada uma melhor qualidade de sementes naquelas que se encontram na porção proximal (base) do fruto (OLIVEIRA; MORAIS, 1997). Já no jucá, espécie florestal nativa do Brasil, melhores resultados de germinação foram verificados em sementes localizadas na região central do fruto (NOGUEIRA *et al.*, 2010).

Portanto, percebe-se uma variação nas relações entre localização no fruto e germinação de sementes, que é determinada de acordo com as características genéticas da espécie e da situação nutricional da mesma, acarretando a necessidade da realização de estudos visando elucidar estas relações que ocorrem de maneira diferente em cada espécie.

2.5 Efeito da temperatura na germinação de sementes

A germinação das sementes ocorre sob limites relativamente amplos de temperatura, cujos extremos dependem principalmente da espécie e suas características genéticas, das condições ambientais durante a produção e da sanidade. O processo germinativo envolve uma série de atividades metabólicas, com ordenadas reações químicas. Cada uma dessas reações apresenta exigências próprias quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (MARCOS FILHO, 2005). Sendo assim, a temperatura pode regular a germinação por três maneiras:

determinando a capacidade e taxa de germinação; removendo a dormência primária ou secundária; e induzindo a dormência secundária (BEWLEY; BLACK, 1994).

No tocante à capacidade de germinação, por exemplo, Ferreira e Borghetti (2004) comentam que a temperatura está diretamente associada à intensidade dos danos ocasionados pela rápida embebição em sementes demasiadamente secas (dano de embebição), danificando o sistema de membranas, o que leva à lixiviação de conteúdos celulares, afetando negativamente a germinação, sendo esse efeito atenuado por temperaturas baixas. Ainda segundo estes autores, em temperaturas mais elevadas as membranas da semente já se encontram no estado cristalino líquido e, assim, podem tolerar o influxo rápido de água.

Três pontos críticos são identificados no tocante à temperatura de germinação, conceituados como *temperaturas cardiais* (parâmetros fisiológicos característicos de cada semente ou população), que são as temperaturas: máxima – acima da qual não há germinação devida à desnaturação das enzimas; mínima – abaixo da qual não há germinação em tempo razoável, pela falta de energia de ativação para o sistema enzimático; e ótima- aquela que resulta no maior número de sementes germinadas em menor tempo (CARDOSO, 2008; FLOSS, 2008).

2.6 Efeito da luz na germinação de sementes

A presença de luz pode promover ou inibir o processo germinativo. Segundo Floss (2008) as sementes podem ser classificadas em fotoblásticas positivas, que germinam melhor na presença de luz, fotoblásticas negativas, que germinam melhor na ausência de luz e fotoblásticas neutras, que germinam tanto na presença quanto na ausência de luz.

A germinação não está apenas relacionada com a presença ou ausência de luz, mas também com a qualidade da mesma (NASSIF *et al.*,1998). A percepção de luz pela semente ocorre através do pigmento fitocromo, uma cromoproteína fotorreversível que ao absorver luz na faixa do vermelho (660 nm) converte-se à forma ativa (F_{ve}), promovendo a germinação, e ao absorver luz na faixa do vermelho-distante (730 nm) converte-se à forma inativa (F_v), inibindo a germinação (KENDRICK; FRANKLAND, 1981). O fitocromo ativo é responsável pela expressão gênica que conduz à síntese de giberelina, hormônio promotor da germinação. Já o fitocromo inativo é responsável pela síntese de ácido abscísico, um inibidor da germinação (FLOSS, 2008).

As respostas fisiológicas ocasionadas pela percepção da luz através do fitocromo dependem também da quantidade de luz. Existem três mecanismos de respostas mediados

pela fluência da luz, ou seja, a quantidade de luz que incide sobre uma determinada área: respostas de muito baixa fluência (RMBF), respostas de baixa fluência (RBF) e respostas de alta irradiância (RAI), este último levando em consideração a continuidade da fluência (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Estudos aprofundados do fitocromo levaram à formulação de uma nova proposta de classificação baseadas nas formas do fitocromo ao invés do fotoblastismo. Existem cinco tipos diferentes de fitocromo - A, B, C, D e E – codificados, respectivamente, pelos genes *PHYA*, *PHYB*, *PHYC*, *PHYD* e *PHYE* (Cardoso, 2008). Segundo Takaki (2001), sementes fotoblásticas positivas tem fitocromo “B” controlando o processo de germinação através da resposta de fluência baixa (RFB). Sementes fotoblásticas negativas tem fitocromo “A” controlando a germinação através da resposta de irradiância alta (RIA) e, quando o nível de Fve pré-existente é alto o suficiente para induzir a germinação no escuro, através da RFB pelo fitocromo “B”. Sementes insensíveis à luz tem fitocromo “A” controlando a germinação através da resposta de fluência muito baixa (RFMB).

A resposta da semente à luz não ocorre de forma absoluta, dependendo de inúmeros fatores, tais como as condições de maturação, tempo de armazenamento, integridade do tegumento, potencial hídrico do meio e temperatura (FERRAZ-GRANDE; TAKAKI, 2006; MARTINOTTO *et al.*, 2007; VIEIRA; SOCOLOWSKI; TAKAKI, 2007; CARDOSO, 2008).

REFERÊNCIAS

- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BOVENDORP, R. S.; BOFF, S.; FUJIKAWA, A.; NISHIMURA, P. Y. Seleção sexual e aborto de sementes no feijão-da-praia *Sophora tomentosa* (Fabaceae). In. Livro do curso de campo “**Ecologia da Mata Atlântica**”, p.1-5, 2009. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/curso/2009/pdf/PO3/PO3_man_i_de_la_playa.pdf. Acesso em: 12 dez. 2012.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2008. p. 384-408.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J.. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. p. 590.
- CICERO, S. M; ORSI, E. W. L. Influência do peso da semente de arroz (*Oriza sativa* L.) sobre a germinação. **Anais da E. S. A. “Luíz de Queiroz”**, v. 34, p. 339-346, 1977.
- COSTA, F. A. P. L. **O peso da semente**. *Jornal da ciência: órgão da sociedade brasileira para o progresso da ciência*. Atualizada em: 04 mai. 2005. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=27706>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F.; **Germinação: Do Básico ao Aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323 p.
- FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Efeito da luz, temperatura e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia petophoroides* Benth. (Caesalpinoideae). **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 37-42, 2006.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4. ed. rev. Passo Fundo: UPF: Ed. da Universidade de Passo Fundo, 2008. 733 p.
- FRAZÃO, D. A. C.; COSTA, J. D.; CORAL, F. J.; AZEVEDO, J. A.; FIGUEIREDO, F. J. C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 3, p. 31-40, 1984.
- KENDRICK, R. E., FRANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento Vegetal**. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1981. 76 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual da Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 1998, 373 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual da Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 2002, 368 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTINOTTO, C.; PAIVA, R.; SANTOS, B. R.; SOARES, F. P.; NOGUEIRA, R. C.; SILVA, A. A. N. Efeito da escarificação e luminosidade na germinação in vitro de sementes de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1668-1671, 2007.

MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 12-17, 2005.

MENA-ALÍ, J. I.; ROCHA, O. J. Effect of Ovule Position within the Pod on the Probability of Seed Production in *Bauhinia unguolata* (Fabaceae). **Annals of Botany**, v. 95, p. 449-455, 2005.

MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 09-18, 2005.

NASSIF, Soraia Marco Longo, et al. **Fatores Externos que Influenciam na Germinação de Sementes**. Atualizada em: abr. 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>. Acesso em: 10 mai. 2012.

NOGUEIRA, N. W.; MARTINS, H. V. G.; BATISTA, D. S.; RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P. Grau de dormência das sementes de jucá em função da posição na vagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 39-42, 2010.

NIMER, R.; CARVALHO, N. M.; LOUREIRO, N.; PERECIN, D. Influência de alguns fatores da planta sobre o grau de dormência em sementes de mucuna preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 111-119, 1983.

OLIVEIRA, O. F.; MORAIS, P. L. D. Influência da posição da semente (no fruto) na germinação e no desenvolvimento vegetativo inicial de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM) De Wit) e algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.10, n.1, 1997.

RIBEIRO, C. A. D.; COSTA, M. P.; SENNA, D. S.; CALIMAN, J. P. Fatores que afetam a germinação das sementes e a biomassa de plântulas de *Tabebuia heptaphylla*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 161-168. 2012.

SANTOS NETO, A. L.; MEDEIROS FILHO, S.; BLANK, A. F.; SANTOS, V. R.; ARAÚJO, E. Influência do peso da semente e promotores químicos na qualidade fisiológica de sementes de sambacaitá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 187-192, 2009.

SILVA, G. M.; MAIA, M. S.; MORAES, C. O. C. Influência do peso da semente sobre a germinação e o vigor de cevadilha vacariana (*bromus auleticus trinius*). **Revista Brasileira de Agrociência**, Nota Técnica. Pelotas, v. 13, n. 1, p. 123-126, 2007.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Rio Claro, v. 13, p. 104-108, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VIEIRA, D. C. M; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 183-188, 2007.

CAPÍTULO I - GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong EM FUNÇÃO DO PESO DAS SEMENTES E CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E LUZ

RESUMO

Estudos do comportamento germinativo e estabelecimento de plântulas contribuem para o desenvolvimento de métodos adequados de manejo de espécies florestais. O objetivo deste trabalho foi estudar a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de tamboril (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong) em função de fatores ambientais e do peso das sementes. Para tal, as sementes foram separadas em três classes de peso (leves, médias e pesadas) determinando-se o percentual de umidade e peso de mil sementes para cada classe. Posteriormente as sementes de cada classe foram submetidas a testes de germinação em duas condições de luz (presença e ausência) e sob quatro regimes de temperaturas (20, 30, 40 e 20–30 °C). O experimento foi disposto em esquema fatorial (2x3x4) com a utilização do delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para cada tratamento. Para a avaliação da germinação e vigor das sementes foram determinadas as variáveis: 1º contagem, porcentagem e índice de velocidade de germinação. Para a avaliação do crescimento das plântulas determinou-se: o comprimento e massa seca da parte aérea e da raiz. Os dados foram submetidos a teste de normalidade e quando apresentaram-se normais realizou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando não normais foi escolhido o teste de Mann-Whitney. A germinação ocorreu independente da condição de luz, com maior velocidade sob 40°C, sendo que esta temperatura prejudicou o crescimento das plântulas. A temperatura de 30°C promove melhores resultados de germinação e crescimento de plântulas. As sementes classificadas como pesadas apresentam melhor desempenho germinativo e produzem plântulas mais vigorosas.

Palavras-chave: Espécies florestais. Tamboril. Vigor de plântula.

CHAPTER I – GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong AS A FUNTION OF SEED WEIGTH AND TEMPERATURE AND LIGHT CONDITIONS

ABSTRACT

Behavior germination and seedling settlement studies contribute to the development of suitable methods of management of forest species. The objective this work was study the seeds germination and seedling growth of “tamboril” (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong) as a function of environmental factors and seed weight. To this end, the seeds were separated in three classes of weight (light, intermediate and weighed) determining the percentage of moisture and thousand seed weight for each class. After, the seeds of each class were submitted to germination test under two light conditions (presence and absence) and four temperature regimes (20, 30, 40 and 20-30°C). The experiment was disposed in factorial scheme (2x3x4) using the completely randomized design with four replication. To the germination and vigor assessment of the seeds were determined the variables: first count, percentage and rate of germination. To the seedling growth assessment determining: the length and dry weight of shoot and root. The data were submitted to normality test and when were normal was performed analysis of variance and the average were compared by Tukey test the 5% of probability. When no normal was chosen the Mann-Whitney test. The germination occurred independent of lighting conditions; with higher speed under 40 °C, and this temperature impaired seedling growth. The temperature of 30 °C promotes best results of germination and seedling growth. The seeds classified as weighed have better germination performance and produce more vigorous seedlings.

Keywords: Forest species. Tamboril. Seedling vigor.

1 INTRODUÇÃO

O interesse científico com cunho agrônomo pelas espécies florestais é uma realidade que ainda demanda muitas pesquisas e estudos, mas que, ao longo dos anos, vem conquistando espaço nos grandes centros de pesquisa.

Muitas espécies arbóreas da Caatinga são exemplos de essências vegetais com grande importância para diversos setores da economia (BRASIL, 2008). A espécie *Enterolobium contorsiliquum*, conhecida popularmente por tamboril ou timbaúba é uma delas. Esta espécie de ocorrência em diversas formações florestais do Brasil, e com grande intensidade populacional, principalmente no bioma Caatinga, apresenta importância apícola, madeireira, medicinal e paisagística, sendo indicada para viabilizar projetos de recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

Tendo em vista tais informações, estudos sobre a germinação de sementes e o consequente estabelecimento das plântulas de espécies florestais tornam-se fundamentais para o aprimoramento de técnicas que possibilitem o manejo agrônomo adequado, seja ele realizado em ambiente natural ou modificado.

Diferentes reações metabólicas são necessárias para o processo de germinação, dentre elas as que condicionam a digestão das reservas nutricionais da semente. As substâncias de reservas presentes no endosperma ou cotilédones são decompostas e os produtos solúveis desse processo são translocados para o eixo embrionário, possibilitando a retomada de seu crescimento. Portanto, já é sabido que o pouco acúmulo de substâncias no tecido de reserva ou algum dano físico que promova a perda de parte deste tecido atuam de forma a prejudicar a qualidade da semente, resultando em consequências negativas para o processo de germinação (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2005; TAIZ; ZEIGUER, 2009). Dessa forma, verifica-se que a quantidade de reservas nutricionais na semente afeta de forma significativa o fenômeno da germinação.

Com base nestas afirmações, uma importante característica que reflete a qualidade das sementes e, que está diretamente relacionada com a deposição de reservas é o peso que a semente atinge no momento de sua maturação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; SILVA; MAIA; MORAES, 2007). Com relação às espécies cultivadas alguns autores já comprovaram correlação direta positiva entre o peso e a germinação ou crescimento de plântulas (CICERO; ORSI, 1977; FRAZÃO *et al.*, 1984; MARTINS *et al.*, 2005). Com relação às florestais, é bastante escassa informação desta natureza, mas para algumas poucas espécies, como o ipê-

roxo e moringa já comprovou-se a mesma correlação positiva (BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS FILHO., 2004; RIBEIRO *et al.*, 2012).

No tocante aos fatores ambientais que afetam a germinação, tem-se a temperatura e a luz como reguladores primários em tal processo. A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações bioquímicas, já que cada grupo de reações apresenta suas próprias exigências de condição térmica, o que afeta a capacidade e a taxa de germinação, além de promover, quando a temperatura não é favorável, o aparecimento de dormência, primária ou secundária (BEWLEY; BLACK, 1994). A condição de luminosidade do meio também é fundamental para a regulação do processo germinativo, principalmente para espécies florestais e outras de menor importância agrícola, tendo em vista que as espécies de maior valor para a agricultura, como milho, feijão e arroz, não apresentam exigências em luz (MARCOS FILHO, 2005). A luz pode promover ou inibir a germinação dependendo da intensidade e qualidade da mesma, e ainda das características do fitocromo presente no eixo embrionário da semente, já que o mesmo é o responsável pela percepção da luz (KENDRICK; FRANKLAND, 1981; TAKAKI, 2001).

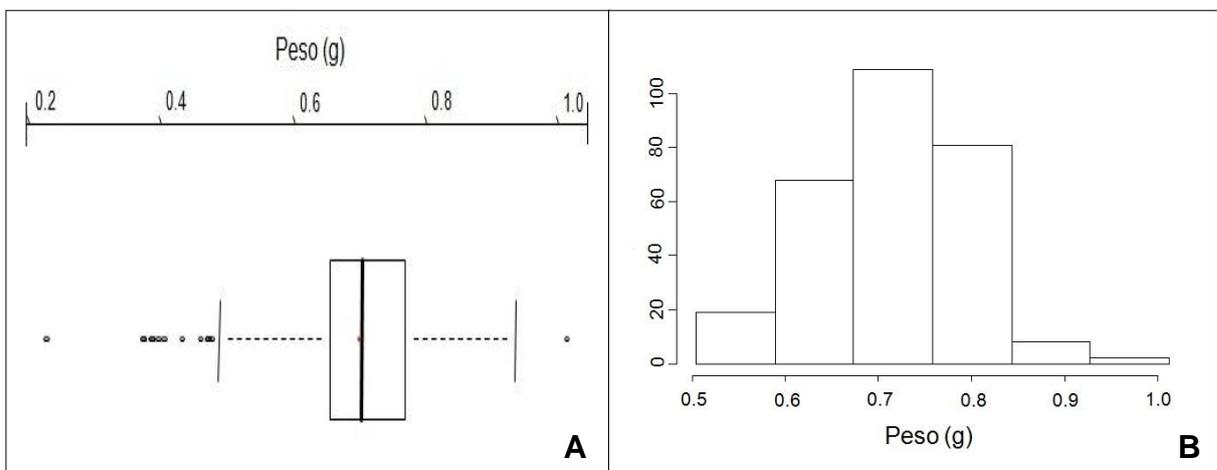
O presente trabalho objetivou estudar a germinação de semente e o crescimento de plântulas de tamboril, em função do peso das sementes e condições de temperatura e luz.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de 10 árvores de tamboril foram coletados ao acaso, em julho de 2012, em fragmento de Caatinga, próximo ao Distrito Daniel de Queiroz do município de Quixadá-CE ($4^{\circ}49'0''\text{S}$ $38^{\circ}58'9''\text{W}$) e encaminhados para o Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, onde as sementes foram extraídas e beneficiadas para condução do experimento.

Primeiramente, uma amostra de 300 (trezentas) sementes foi separada do lote adquirido com posterior pesagem das mesmas em balança analítica (0,0001 g) de forma individual com o objetivo de dividir a amostra em três classes de acordo com o peso específico, com cada classe apresentando quantidade semelhante de sementes. Essas três classes de peso foram definidas da seguinte forma: Leves ($< 0,7$ g), Médias ($0,7 - 0,8$ g) e Pesadas ($> 0,8$ g). Com o conhecimento dos intervalos de peso para cada classe, as sementes de todo o lote foram pesadas individualmente e separadas em suas respectivas classes. A Figura 1 traz o boxplot e o histograma de frequência da amostra para melhor compreensão da distribuição de peso encontrada no lote de sementes de tamboril.

Figura 1: Boxplot (A) e histograma de frequência (B) para a distribuição de peso de uma amostra de 300 sementes de tamboril, colhidas no mês de julho de 2012 em fragmento de Caatinga no município de Quixadá - CE.



Fonte: Elaboração do autor.

Realizado todo o processo de pesagem, as sementes de cada classe foram submetidas às determinações do peso de mil sementes e do grau de umidade. Para este último, por se tratarem de sementes grandes e duras, as mesmas foram cortadas ao meio para facilitar a desidratação. Imediatamente após o corte as sementes foram submetidas ao método da estufa a 105 °C por 24 horas. Ambas as determinações foram realizadas de acordo com Brasil (2009).

Antes da instalação do experimento todas as sementes foram submetidas a tratamento para superação da dormência tegumentar com submersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄ - 98%) por 15 minutos com posterior lavagem em água corrente para a completa retirada do ácido. (EIRA; FREITAS; MELO, 1993; MALAVASI; MALAVASI, 2004, AQUINO *et al.*, 2009).

Superada a dormência, o experimento foi conduzido de modo a realizar a semeadura em papel germitest umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Formados os rolos, estes foram envoltos em sacos plásticos transparentes para diminuir a perda de água e encaminhados para acondicionamento em câmeras de germinação tipo BOD reguladas às temperaturas de 20, 30 e 40 °C constante e 20–30 °C alternadas, com fotoperíodo de 12 horas. Este mesmo procedimento foi realizado para condução experimental no escuro. Para tal, os rolos de papel contendo as sementes foram envoltos em papel alumínio e sacos de polietileno de cor preta.

Realizou-se contagem diária da germinação, com reumedecimento do substrato quando necessário, considerando germinadas as sementes apresentando radícula com tamanho igual ou superior a 2 mm. Assim, foram determinadas as porcentagens de germinação (primeira contagem e final, respectivamente ao 7° e 21° dia) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Para a avaliação no escuro, a contagem foi realizada sob luz verde de segurança.

Para avaliação das plântulas, determinou-se o comprimento da parte aérea e raiz de cada plântula com o auxílio de régua graduada (mm), efetuando em seguida o cálculo para obtenção da média de cada parcela. Todas as partes aéreas e todas as raízes de cada parcela foram colocadas separadamente em sacos de papel tipo kraft e levadas à estufa a 80 °C por 24 horas com posterior pesagem em balança analítica (0,0001 g) para determinar a massa seca das partes, em seguida efetuou-se a divisão pela quantidade de plântulas que haviam no saco para determinar a massa por plântula. Foi ainda realizada a soma das partes (parte aérea + raiz) para compor o comprimento total e a massa seca total por plântula.

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, sob esquema fatorial triplo (duas condições de luz, três classes de peso e 4 condições de temperatura) com quatro repetições, sendo a parcela representada pelo rolo de papel contendo 25 sementes.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Komolgorov-Smirnov e teste de Watson para analisar a normalidade da distribuição. E, quando os dados apresentaram-se normais, em um ou ambos os testes, conduziu-se análise de variância (ANAVA) e teste de Tukey (5%) para comparação das médias. Quando os dados apresentaram-se não normais realizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney (5%), comparando os tratamentos em pares e de forma independente. Os dados de IVG, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz apresentaram-se com distribuição normal com possibilidade da realização da ANAVA.

Para a condução das análises estatísticas foi utilizado o software Action 2.4 (ESTATCAMP, 2013) para os testes de normalidade e Mann-Whitney. E para realização da ANAVA e teste de Tukey utilizou-se o programa Assistat 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de tamboril, independente do peso das mesmas, apresentaram teor de água sempre em torno dos 11% (TABELA 1), mostrando que este fator não influenciou no equilíbrio higroscópico das sementes com o ambiente. Na Tabela 1 verifica-se também a variação alcançada pelo peso das sementes, ocorrendo em uma amostra com mil sementes uma variação de mais de 300 gramas. Isso demonstra a grande variabilidade de peso encontrada nas sementes de tamboril, o que torna este fator decisivo para o estabelecimento de tal espécie nos diversos ecossistemas que a mesma habita.

Tabela 1: Peso de mil sementes (PMS) e Teor de água (T) para sementes de tamboril separadas em três classes de peso.

Classes de peso	PMS	T
	-- g --	-- % --
Leves	589,67	11,3
Médias	759,29	11,1
Pesadas	893,93	11,8

Fonte: Elaboração do autor.

Com a análise dos dados obtidos verifica-se influência significativa de todos os fatores testados (luz, temperatura e peso de semente), tanto para os parâmetros germinativos quanto para os de crescimento das plântulas de tamboril (TABELA 2).

O índice de velocidade de germinação, a massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz foram as variáveis que puderam ser submetidas aos estudos da interação dos fatores. Pelos dados expostos na Tabela 2, pode-se verificar significância para os fatores isolados e para duas das quatro possíveis interações. Nestes casos, a luz influenciou na percepção das diferentes temperaturas ou vice-versa, assim como sementes com diferentes pesos comportaram-se de formas divergentes perante os regimes de temperatura.

Tabela 2: Resumo da ANAVA das variáveis IVG (índice de velocidade de germinação), MSPA (massa seca da parte aérea) e MSR (massa seca da raiz).

Fatores de variação	GL	QM		
		IVG	MSPA	MSR
Luz (L)	1	1,64**	$6,4 \times 10^{-3**}$	$9,0 \times 10^{-5**}$
Peso (P)	2	16,5**	$5,9 \times 10^{-3**}$	$7,0 \times 10^{-5**}$
Temperatura (T)	3	33,8**	$2,8 \times 10^{-2**}$	$7,3 \times 10^{-4**}$
L x P	2	0,08 ns	$1,0 \times 10^{-5}$ ns	$5,0 \times 10^{-6}$ ns
L x T	3	1,94**	$2,8 \times 10^{-3**}$	$4,0 \times 10^{-5**}$
P x T	6	0,63**	$4,0 \times 10^{-4**}$	$1,0 \times 10^{-5**}$
L x P x T	6	0,21 ns	$8,0 \times 10^{-5}$ ns	$3,3 \times 10^{-6}$ ns
Tratamentos	23	6,40**	$5,0 \times 10^{-3**}$	$1,0 \times 10^{-4**}$
Resíduo	72	0,19	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-6}$
CV (%)	-	8,34	10,13	12,03

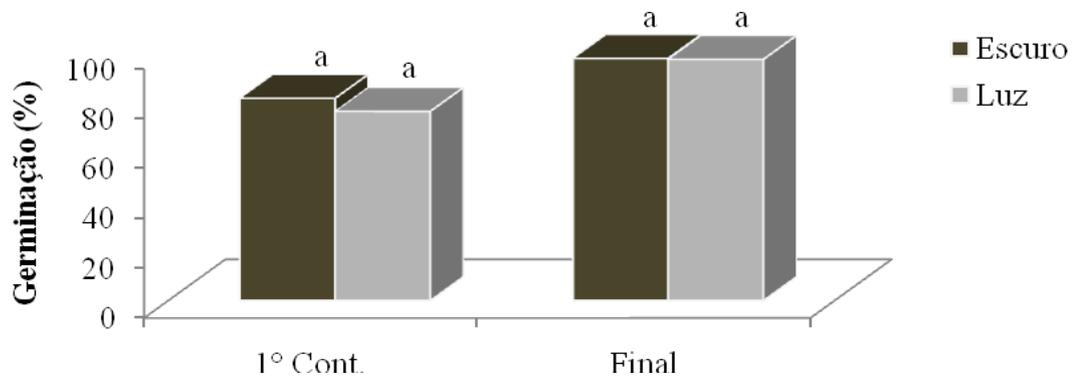
**significância a 1% pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaboração do autor.

No tocante a percepção da luz pelas sementes de tamboril, a presença ou ausência desta não interferiu no processo germinativo (FIGURA 2), garantido ótimas porcentagens de germinação independente da condição luminosa. Esta informação sugere a atuação predominante do fitocromo “A” (pigmento fotorreceptor) presente nas células do eixo embrionário das sementes, o que lhes conferem características de fotoblastismo neutro (TAKAKI, 2001). Este comportamento já era esperado, tendo em vista o tamanho grande das sementes de tamboril. Segundo Carvalho e Peres (2013), sementes grandes teriam reservas suficientes para germinarem no escuro e crescerem sem impedimento até a chegada da luz, e com isso poder realizar fotossíntese.

A insensibilidade à luz na germinação também foi encontrada em outras espécies arbóreas nativas do Brasil, como no angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina*), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.), faveira (*Dimorphandra mollis* Benth.) (FIGLIOLIA; AGUIAR; SILVA., 2009) e nos ipês amarelos (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand) (SANTOS; SUGUHARA; TAKAKI, 2005).

Figura 2: Porcentagem de germinação, na 1^o e última contagem, de sementes de tamboril submetidas à presença e ausência de luz.



Letras iguais não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney com 5% de probabilidade de erro e comparam as duas condições de luz.

Fonte: Elaboração do autor.

Com relação ao crescimento das plântulas, na Tabela 3, são observados valores superiores para a maioria das variáveis de plântulas crescidas na ausência de luz. Este efeito sugere a existência de resquícios do fitocromo tipo “B” controlando o fenômeno do estiolamento das mesmas (CARVALHO; PERES, 2013), deduz-se que o escuro promoveu uma rápida mobilização das reservas da semente para o eixo embrionário, garantindo um crescimento levemente acentuado em comparação com as plântulas crescidas sob presença de luz.

Tal comportamento quanto à percepção de luz explica a classificação em termos de sucessão ecológica existente na literatura para a espécie tamboril. Alguns autores citam tal espécie como pioneira e outros como secundária inicial (MELO *et al.*, 2008; AQUINO *et al.*, 2009). Com o exposto no presente trabalho surge a possibilidade dos dois hábitos de crescimento para o tamboril, o que explica seu povoamento abrangente em grande parte de todo território brasileiro (LORENZI, 2002). Este fato leva a inferir também que a germinação e o estabelecimento da plântula desta espécie podem ocorrer em qualquer hora do decorrer do dia e inclusive à noite.

É importante relatar o fato que mesmo na ausência de luz, após a germinação, as plântulas se mantiveram vivas até o último dia de avaliação da germinação, ou seja, durante três semanas as plântulas resistiram vivas pela utilização das reservas cotiledonares. Isto

reflete a grande capacidade das plântulas de perdurarem em ambientes altamente sombreados até que uma clareira se forme e esta possibilite o processo de fotossíntese para desenvolvimento da planta.

Tabela 3: Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de tamboril em função da presença e ausência de luz.

Luz	CPA	CR	CT	MST
	----- cm/pl -----			-- g/pl --
Presença	10,07 b	4,21 a	14,29 b	0,101 b
Ausência	13,08 a	3,90 a	16,98 a	0,116 a
CV (%)	7,76	26,52	10,2	9,66

Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney com 5% de probabilidade de erro.

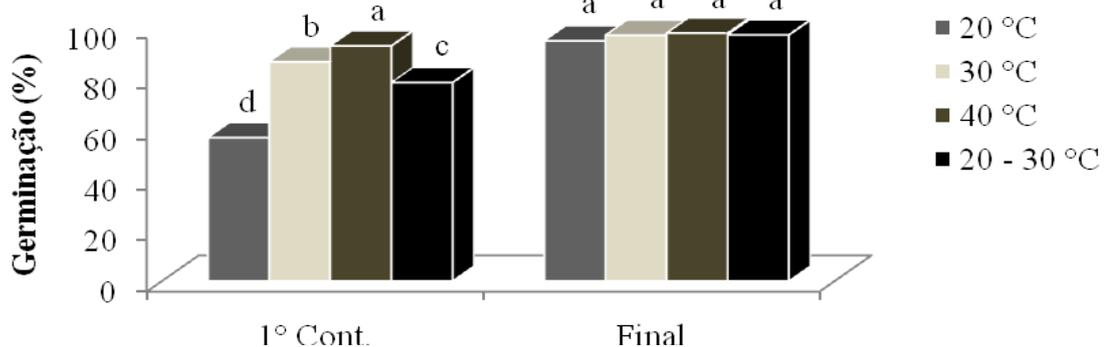
Fonte: Elaboração do autor.

Quanto aos regimes de temperatura impostos às sementes, foram observados comportamentos diferentes para a germinação e o crescimento de plântulas. É possível observar, na Figura 3, que com uma semana após a semeadura (1° contagem) a porcentagem de germinação foi maior quando sob temperatura de 40 °C e menor para a de 20 °C. Já é sabido que altas temperaturas aceleram o metabolismo das sementes, aumentando, assim, a velocidade das reações enzimáticas, culminando no rápido processo de germinação (FERREIRA; BORGUETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2005). Ainda pode ser verificado, na Figura 3, que no final da avaliação (21° dia) as porcentagens de germinação se equivaleram, não havendo diferenças estatísticas entre as temperaturas estudadas. Estes resultados reforçam os encontrados por Lima; Borguetti e Souza (1997) que não encontraram diferenças nas porcentagens de germinação de tamboril quando a temperatura variou entre 18,2 e 38,8 °C. Tais resultados também explicam a existência da espécie tamboril em outras formações florestais que não sejam de regiões semiáridas.

Observando-se ainda a Figura 3, constata-se que a alternância de temperatura não promoveu bons resultados para o processo germinativo, sendo o regime que proporcionou o segundo pior desempenho para a primeira contagem de germinação. Estes resultados divergem de trabalhos que estudaram a germinação de outras espécies arbóreas nativas do Brasil, nos quais a alternância de temperatura beneficiou tal processo, como em espécies do

gênero *Syngonantus* sp. (OLIVEIRA; GARCIA, 2005), além do branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs) (SANTOS; AGUIAR, 2005) e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) (LIMA *et al.*, 2011). Borges e Rena (1993) afirmam que a alternância de temperatura beneficiaria o desenvolvimento de algumas espécies em decorrência da simulação das condições naturais do ambiente e, constata-se pelos dados desta pesquisa, que o tamboril é uma das espécies que não se encaixa em tal argumento. Outras espécies também não se beneficiaram da alternância térmica, como é o caso das espécies pau-d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms), pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya* (Benth) Duche), barriguda (*Chorizia glaziovii* O. Kuntze) e cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith) (BARROS; SILVA; AGUIAR, 2005; BIRUEL; AGUIAR; PAULA, 2007; GUEDES *et al.*, 2010; GUEDES; ALVES, 2011).

Figura 3: Porcentagem de germinação, na 1ª e última contagem, de sementes de tamboril submetidas a diferentes regimes de temperatura.



Letras iguais não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney com 5% de probabilidade de erro e comparam as diferentes temperaturas.

Fonte: Elaboração do autor.

Enquanto a temperatura de 40 °C proporcionou um elevado desempenho para o vigor germinativo, para as plântulas de tamboril esta condição foi extremamente prejudicial. Esta elevada temperatura promoveu um decréscimo nas variáveis de comprimento e massa seca total das plântulas na ordem de 60 a 67%, quando em comparação à temperatura de 30 °C que possibilitou os maiores incrementos para estas variáveis, exceto ao tamanho da raiz que obteve maior comprimento quando sob a temperatura mais amena estudada, ou seja, 20 °C (TABELA 4).

Tabela 4: Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de tamboril submetidas a diferentes regimes de temperatura.

Temperaturas	CPA	CR	CT	MST
	----- cm/pl -----			-- g/pl --
20 °C	12,22 b	6,86 a	19,09 a	0,113 b
30 °C	16,07 a	2,85 c	18,92 a	0,138 a
40 °C	05,35 c	1,12 d	06,48 b	0,054 c
20 - 30 °C	12,67 b	5,38 b	18,06 a	0,129 a
CV (%)	7,76	26,52	10,2	9,66

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

O efeito conjunto dos dois fatores ambientais estudados foi significativo ($p > 0,01$) para as variáveis IVG e massa seca de parte aérea e raiz, como já citado. Nas Tabelas 5 e 6 estão os respectivos desdobramentos com os valores combinatórios entre os tais fatores. Desse modo, pode-se visualizar os efeitos de forma mais específica.

Verifica-se, na Tabela 5, que apenas na temperatura alternada (20–30 °C) houve diferença entre a presença e ausência da luz, revelando germinação mais rápida para as sementes submetidas ao escuro. Resultado contrário, com relação às temperaturas, foi observado por Albuquerque e Guimarães (2006) ao estudarem a germinação de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth), espécie também encontrada em várias formações florestais do Brasil, com a velocidade de germinação não diferindo entre as condições de luz para a temperatura alternada de 20–30 °C, enquanto que nas demais temperaturas, ou seja, nas constantes, a ausência de luz promoveu maior velocidade de germinação em tal espécie.

Outro ponto de fundamental atenção é que independente da presença da luz as temperaturas constantes de 30 e 40 °C aceleraram o processo de germinação. Diniz *et al.* (2008) estudando outra importante espécie arbórea do semiárido brasileiro, a oiticica (*Licania rigida* Benth.), também encontraram influência da interação dos fatores luz e temperatura na germinação de sementes, com índices de velocidade superiores quando as sementes foram submetidas à germinação na temperatura de 30 °C.

Tabela 5: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tamboril submetidas a diferentes temperaturas, na presença e ausência de luz.

IVG				
Luz	Temperatura			
	20 °C	30 °C	40 °C	20 - 30 °C
Presença	3,50 aD	5,95 aB	6,48 aA	4,50 bC
Ausência	3,84 aC	5,86 aAb	6,25 aA	5,54 aB

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

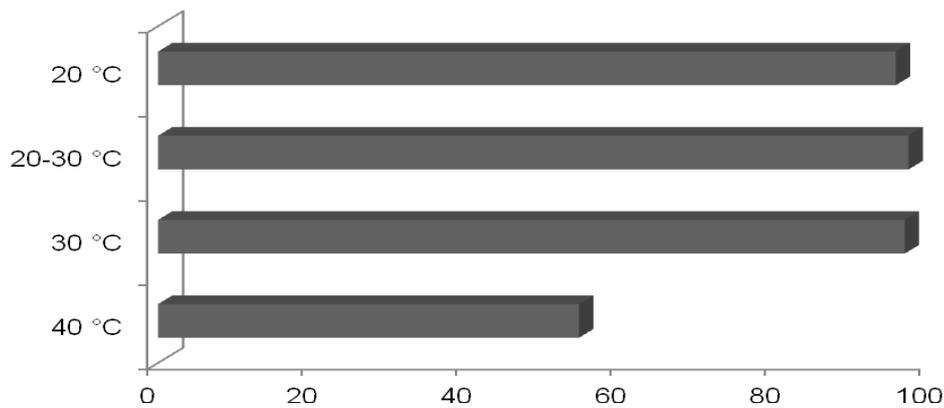
Na Tabela 6 consta o acúmulo de biomassa em cada parte da plântula (parte aérea e raiz). Com relação à parte aérea, a ausência de luz proporcionou valores superiores de massa seca, com exceção apenas da temperatura de 40 °C, que ocasionou forte impedimento no crescimento das plântulas, com morte para muitas delas como observado durante a avaliação (FIGURA 4).

Em ambas as condições de luz a temperatura de 30 °C garantiu melhores resultados. Em plântulas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore) comportamento semelhante foi encontrado, Pacheco *et al.* (2008) estudando o acúmulo de biomassa da parte aérea desta espécie verificaram que a temperatura de 30 °C favoreceu tal variável.

Ainda verifica-se, na Tabela 6, que o acúmulo de biomassa na raiz aconteceu de forma mais eficiente quando as plântulas cresceram sob a temperatura mais amena, dentre as estudadas. Independente da presença de luz o regime constante de 20 °C beneficiou tal variável. Voltando a comparar com plântulas de craibeira (PACHECO *et al.*, 2008) os resultados agora entram em divergência. Para essa espécie as temperaturas mais elevadas, como 30 e 35 °C beneficiaram o acúmulo de biomassa pela raiz.

Pelos resultados do presente trabalho, nota-se que tanto o crescimento quanto o acúmulo de biomassa foi melhor sob a temperatura de 20 °C para a raiz e de 30 °C para a parte aérea. É natural que a temperatura ótima para o crescimento radicular seja inferior à da parte aérea. Altas temperaturas maximiza o metabolismo da plântula, acentuando a competição por reservas entre as partes, o que condiciona vantagem para a parte aérea nestas condições, já que as raízes não são boas competidoras (CASTRO; KLUGE, 1999).

Figura 4: Porcentagem média de sobrevivência de plântulas de tamboril sob diferentes regimes de temperatura.



Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 6: Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de plântulas de tamboril submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz.

Luz	Temperatura			
	20 °C	30 °C	40 °C	20 - 30 °C
MSPA (g/pl)				
Presença	0,086 bB	0,108 bA	0,056 aC	0,104 bA
Ausência	0,104 aC	0,147 aA	0,042 bD	0,127 aB
MSR (g/pl)				
Presença	0,020 aA	0,011 aC	0,005 aD	0,013 aB
Ausência	0,014 bA	0,010 aB	0,004 aC	0,013 aA

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

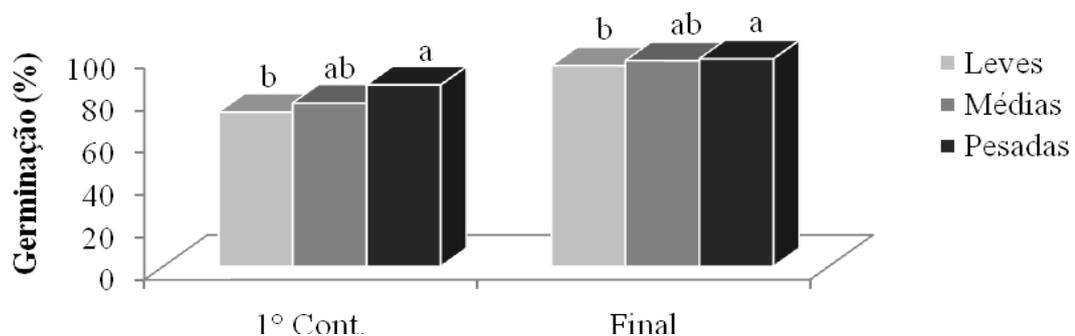
Fonte: Elaboração do autor.

Eliminando-se todos os efeitos ocasionados pelos fatores ambientais estudados, os próximos resultados levam em consideração os efeitos de um fator intrínseco às sementes, neste caso o peso que a mesma alcançou no momento de sua maturidade fisiológica.

Começando pela germinação, foram observadas diferenças significativas nas porcentagens de germinação (1ª contagem e avaliação final) das sementes das diferentes classes de peso. Pode ser visto na Figura 4 que a porcentagem de germinação aumentou à

medida que aumentou a classe de peso das sementes. Estes resultados fundamentam os relatos de Marcos Filho (2005) e Silva, Maia e Moraes (2007) que afirmam que quanto maior o peso das sementes maior é a garantia de qualidade destas, em detrimento de um maior acúmulo de reservas e boa formação do eixo embrionário durante o desenvolvimento da semente na planta mãe.

Figura 5: Porcentagem de germinação, na 1ª e última contagem, de sementes de tamboril com diferentes pesos.



Letras iguais não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney com 5% de probabilidade de erro e comparam as três classes de peso.

Fonte: Elaboração do autor.

Em relação ao crescimento das plântulas, os resultados obtidos e expostos na Tabela 7 mostram que o peso das sementes não influenciou no crescimento em comprimento das plântulas, mas foi decisivo no acúmulo de biomassa exercido por estas. Nota-se que a massa seca total das plântulas foi superior para as sementes pesadas, seguidas pelas médias e leves. Uma comparação entre as sementes leves e pesadas revela um incremento de mais de 32% em biomassa total para as sementes pesadas. Estes resultados podem justificar recomendações que visem separar as sementes mais pesadas de um determinado lote de tamboril com o objetivo de produzir mudas vigorosas e de forma mais homogênea.

Tabela 7: Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) e massa seca total (MST) de plântulas de tamboril em função do peso de semente.

Classe de peso	CPA	CR	CT	MST
	----- cm/pl -----			-- g/pl --
Leves	11,15 a	3,81 a	14,96 a	0,093 c
Médias	11,36 a	3,98 a	14,91 a	0,108 b
Pesadas	12,22 a	4,38 a	16,60 a	0,123 a
CV (%)	7,76	26,52	10,2	9,66

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney com 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Em sementes de espécies florestais pouco se encontra na literatura sobre tal abordagem. Mas já é sabido que para a espécie arbórea ipê roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.)) recomenda-se a classificação em função do peso para garantir produção de muda mais homogênea no viveiro, em virtude das sementes mais pesadas apresentarem maior porcentagem de germinação e maior acúmulo de massa fresca (Ribeiro *et al.*, 2012).

As interações significativas envolvendo as classes de peso reforçam as afirmações anteriores. Pela Tabela 8, verifica-se maior índice de velocidade de germinação para as sementes pesadas independente da temperatura imposta, o que justifica os argumentos de que estas sementes apresentam maior vigor e, portanto, maior qualidade.

Quanto ao acúmulo de biomassa nas partes das plântulas (TABELA 9), também houve interação significativa. Constatou-se que as sementes pesadas continuaram com os melhores resultados em todas as temperaturas, não diferindo com as de peso mediano sob a temperatura de 30 °C. Como a temperatura de 40 °C prejudicou fortemente o desenvolvimento das plântulas, não houve diferenças entre os pesos das sementes. O efeito prejudicial desta temperatura é tão forte que nem mesmo as sementes pesadas, por mais vigorosas que sejam não conseguiram amenizar tal efeito.

Pelos dados apresentados constata-se a importância de estudos sobre os efeitos dos fatores ambientais e dos intrínsecos à semente na germinação e desenvolvimento de plântulas e das plantas como um todo, principalmente os relacionados com o peso de sementes. Futuras pesquisas se fazem necessárias para elucidar de forma mais categórica tais efeitos e suas contribuições para o manejo das espécies florestais nativas do Brasil.

Tabela 8: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tamboril de diferentes classes de peso sob regimes distintos de temperatura.

Classe de peso	IVG			
	Temperatura			
	20 °C	30 °C	40 °C	20 - 30 °C
Leves	3,37 bC	5,16 cB	6,01 bA	4,62 bB
Médias	3,45 bC	5,82 bA	5,80 bA	4,39 bB
Pesadas	4,19 aC	6,74 aA	7,28 aA	6,06 aB

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 9: Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de plântulas de tamboril oriundas de sementes com diferentes pesos submetidas a regimes distintos de temperatura.

Classe de peso	Temperatura			
	20 °C	30 °C	40 °C	20 - 30 °C
MSPA (g/pl)				
Leves	0,079 cC	0,112 bA	0,045 aD	0,096 cB
Médias	0,094 bC	0,131 aA	0,049 aD	0,114 bB
Pesadas	0,112 aB	0,139 aA	0,053 aC	0,136 aA
MSR (g/pl)				
Leves	0,015 cA	0,009 bC	0,005 aD	0,011 cB
Médias	0,017 bA	0,010 abC	0,004 aD	0,013 bB
Pesadas	0,020 aA	0,011 aC	0,005 aD	0,016 aB

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

4 CONCLUSÕES

1. A germinação de sementes de tamboril é insensível à luz;
2. Recomenda-se a temperatura de 30 °C para testes de germinação de sementes de tamboril;
3. A temperatura de 40 °C prejudica fortemente o crescimento das plântulas;
5. O crescimento da parte aérea de plântulas de tamboril apresenta melhor desempenho sob a temperatura de 30 °C, enquanto a raiz se desenvolve melhor sob 20 °C;
6. As sementes de tamboril classificadas como pesadas (>0,8 g) apresentam melhor desempenho germinativo, com produção de plântulas mais vigorosas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Comportamento fisiológico de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Cerne**, Lavras v. 13, n. 1, p. 64-70, 2006.
- AQUINO, A. F. M. A. G.; RIBEIRO, M. C. C.; PAULA, Y. C. M.; BENEDITO, C. P. Superação de dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 69-75, 2009.
- BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'algo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Org.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-136.
- BIRUEL, R. P.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 151-159, 2007.
- BRASIL. **Manejo sustentável dos recursos florestais da Caatinga / MMA**. Ministério do Meio Ambiente. SBF / DF / PNF. Natal, 2008. 25 p.
- BRASIL. **Regras para análises de sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. SNDA / DNDV / CLAV. Brasília, 2009. 399 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. p. 590.
- CARVALHO, R. F.; PERES, L. E. P. **Fotomorfogênese**. Disponível em: <<http://www.miniweb.com.br/ciencia/artigos/fotomorfogenese.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2013.
- CICERO, S. M; ORSI, E. W. L. Influência do peso da semente de arroz (*Oriza sativa* L.) sobre a germinação. **Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"**, São Paulo, v. 34, p. 339-346, 1977.

DINIZ, F. O.; MOREIRA, F. J. C.; SILVA, F. D. B.; MEDEIROS FILHO, S. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de oiticica (*Licania rigida* Benth.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 476-80, 2008.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELO, C. M. C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ESTATCAMP. **Software Action**. Disponível em: <<http://www.estatcamp/empresa/software-action>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F.; **Germinação: Do Básico ao Aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323 p.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B.; SILVA, A. Germinação de sementes de três arbóreas brasileiras. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 107-115, 2009.

FRAZÃO, D. A. C.; COSTA, J. D.; CORAL, F. J.; AZEVEDO, J. A.; FIGUEIREDO, F. J. C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 6, n. 3, p. 31-40, 1984.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperatura para o teste de germinação de sementes de *Chorizia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

KENDRICK, R. E., FRANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento Vegetal**. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1981. 76 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual da Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 2002, 368 p.

LIMA, C. M. R.; BORGUETTI, F.; SOUZA, M. V. Temperature and germination of the Leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 97-102, 1997.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 216 - 222, 2011.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Dormancy Breaking and Germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 12-17, 2005.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; STANGERLIN, D. M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 138-144, 2008.

OLIVEIRA, P. G.; GARCIA, Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Syngonanthus elegantulus* Ruhland, *S. elegans* (Bong.) Ruhland e *S. venustus* Silveira (Eriocaulaceae). **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 639-645, 2005.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia áurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008.

RIBEIRO, C. A. D.; COSTA, M. P.; SENNA, D. S.; CALIMAN, J. P. Fatores que afetam a germinação das sementes e a biomassa de plântulas de *Tabebuia heptaphylla*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 161-168. 2012.

SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005.

SANTOS, S. R. C.; AGUIAR, I. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 69, p. 77-83, 2005.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, G. M.; MAIA, M. S.; MORAES, C. O. C. Influência do peso da semente sobre a germinação e o vigor de cevadilha vacariana (*bromus auleticus* trinius). **Revista Brasileira de Agrocência**. Nota Técnica. Pelotas, v. 13, n. 1, p. 123-126, 2007.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Rio Claro, v. 13, p. 104-108, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TERUAL, D. A.; SMIDERLE, O. J. Trigo: Desenvolvimento das raízes. In: CASTRO, P. R. C.; KUGLE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, Arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. p. 18-19.

CAPÍTULO II - GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong EM FUNÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DA SEMENTE NO FRUTO E REGIMES DE TEMPERATURA

RESUMO

O conhecimento dos aspectos que envolvem todo o mecanismo do processo de germinação de sementes em espécies florestais ainda se encontra muito aquém em comparação com as espécies cultivadas. Objetivou-se estudar a influência da localização da semente no fruto sobre a germinação e crescimento de plântulas de tamboril (*Enterolobium contorsiliquum*) sob dois regimes de temperatura. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, onde foram separadas as sementes das regiões proximal, central e distal do fruto. As sementes de cada região foram submetidas aos testes de primeira contagem, porcentagem final e índice de velocidade de germinação, em dois regimes de temperatura (25 °C constante e 20–30 °C alternados), além do envelhecimento acelerado. As plântulas provenientes desses testes foram analisadas através das determinações do comprimento e massa seca da parte aérea, raiz e total. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, seguindo um esquema fatorial 3x2 (três regiões e duas temperaturas) com quatro repetições. Os dados com distribuição normal foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%); quando não normal utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney (5%). Houve interação dos fatores para o índice de velocidade de germinação, comprimento total, massa seca total e massa seca da parte aérea das plântulas. Não observou-se diferenças entre as localizações para as variáveis de avaliação das plântulas. Quanto à germinação, sob 25 °C as sementes da região distal do fruto germinaram mais rapidamente. Independente dos tratamentos a porcentagem de germinação foi sempre superior a 95%, mesmo quando envelhecidas. Conclui-se que não há diferença entre as temperaturas de 25 e 20-30 °C para a germinação de tamboril; que a localização das sementes no fruto não influencia na formação das plântulas; e que a velocidade de germinação e o crescimento das plântulas provenientes de sementes das regiões proximal e distal são mais sensíveis às mudanças de temperatura.

Palavras-chave: Tamboril. Espécies florestais. Vigor de sementes.

CHAPTER II – GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong AS A FUNCTION OF THE SEED LOCATION IN THE FRUIT AND TEMPERATURE REGIMES

ABSTRACT

The knowledge of the aspects involving the entire mechanism of the process of seed germination in forest species is still far below in comparison with the cultivated species. It was aimed to study the influence of the seed location in the fruit in germination and seedling growth of “tamboril” (*Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong) under two temperature regimes. The experiment was performed in the Laboratory Analysis of Seeds from the Federal University of Ceará, in Fortaleza – CE, which were separated the seeds from the proximal, central and distal regions of the fruit. The seeds of each region were submitted to first count, final percentage and germination rate test, in two temperature regimes (25 °C constant and 20-30 °C alternate), beyond accelerated aging. The seedlings from these tests were analyzed by determination of the shoot, root and total length and dry weight. The experiment was conducted in completely randomized design, following the factorial scheme 3x2 (three locations and two temperatures) with four replication. The data with normal distribution were submitted to variance analysis and the averages compared by Tukey test (5%); when no normal was used Mann-Whitney test (5%). There was interaction of factors to germination rate, total length and shoot and total dry weight. Wasn't note differences between the locations to the variables of seedling evaluating. For germination, under 25 °C the distal seed of the fruit germinated faster. Independent treatments the germination percentage was always over 95%, even when aged. Concludes that don't exist difference between 25 and 20-30 °C to “tamboril” seed germination; that the seed location in the fruit doesn't influence in the seedling formation; and that the germination rate and the seedling growth from proximal and distal seeds are more sensitive to temperature change.

Keywords: Tamboril. Forest species. Seed vigor.

1. INTRODUÇÃO

Enterolobium contorsiliquum (Vell.) Morong é uma espécie nativa de diversas formações florestais brasileiras e conhecida popularmente como tamboril, timbaúba ou orelha-de-negro. Esta espécie apresenta importância para diferentes setores da economia, como o madeireiro, o paisagístico e o medicinal, além de estar sempre associada a projetos de recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1998; LORENZI, 2002).

Nos últimos anos vem crescendo o interesse dos pesquisadores sejam eles ecólogos, botânicos ou agrônomos, para tornar-se conhecido os mecanismos de propagação e sobrevivência de espécies florestais nativas do Brasil. Assim, estudos do comportamento germinativo de suas sementes tornam-se fundamentais para elucidar tais questões.

A germinação de sementes é a principal, senão a única, forma de propagação de muitas das espécies florestais conhecidas, tornando-se um fenômeno decisivo no estabelecimento destas plantas no ecossistema circundante. Fisiologicamente falando, o processo germinativo nada mais é que a retomada do crescimento do embrião, que sofreu uma interrupção ao final da fase de maturação da semente. Inicia-se com a entrada de água (embebição) que irá ativar o metabolismo, culminando com o crescimento do eixo embrionário (CARDOSO, 2008).

O processo germinativo é dependente de fatores internos e externos à semente. Entre os fatores internos cita-se a permeabilidade do tegumento, formação do embrião, presença de substâncias promotoras ou inibidoras e quantidade de reservas nutricionais (MARCOS FILHO, 2005). Os fatores externos, ou ambientais, podem ser a temperatura, condição hídrica do meio, luminosidade entre outros (FLOSS, 2008).

Como já foi citada, a quantidade de reservas na semente está diretamente relacionada ao sucesso do processo germinativo. Segundo Mondo e Cicero (2005), esta quantidade é influenciada pela sequência em que os óvulos vão sendo fertilizados, tendo em vista que os primeiros a serem fertilizados podem ficar mais tempo recebendo os fotoassimilados da planta mãe. Portanto, uma característica envolvida neste entrave seria quanto à localização da semente no fruto já que estas podem ser formadas primeiramente numa determinada região do mesmo.

Outro fator de extrema influência na deposição de reservas na semente é a proximidade dos óvulos fertilizados à fonte de nutrientes. Assim, a semente localizada mais próxima ao pedúnculo do fruto tende a ser favorecida nutricionalmente (MENA-ALÍ; ROCHA, 2005; BOVENDORP *et al.*, 2009). Tais informações dão suporte biológico aos

resultados obtidos por Mondo e Cicero (2005) ao verificarem que as sementes com qualidade superior estavam localizadas no meio e na base da infrutescência (espiga). As sementes do meio por serem os primeiros óvulos fertilizados, e as da base, as mais próximas da fonte de recursos.

Em espécies florestais, informações desta natureza ainda são bastante escassas. Mas, em leucena e algarobeira já foi comprovada relação direta entre a localização da semente no fruto e o comportamento germinativo, no qual foi observada qualidade superior para as sementes da base de seus legumes (OLIVEIRA; MORAIS, 1997).

Com relação aos fatores externos ou ambientais, tem-se a temperatura como fator limitante para a germinação de sementes. A temperatura vai agir sobre o processo germinativo regulando as reações metabólicas existentes, já que cada reação apresenta exigências térmicas próprias. Outro fenômeno regulado também pela temperatura é o processo de embebição em sementes, neste caso regulando a velocidade com que a água transpassa o tegumento e as membranas celulares (BEWLEY; BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005).

Ainda no tocante à temperatura, vários estudos vêm sendo realizados para se determinar o regime térmico ideal para a germinação de sementes de diversas espécies florestais nativas de biomas brasileiros (SILVA; RORIGUES; AGUIAR, 2002; SANTOS; AGUIAR, 2005; BRANCALION *et al.*, 2010; GIACHINI; LOBO; ALBUQUERQUE, 2010; LIMA *et al.*, 2011). Tais estudos são desenvolvidos para se testar temperaturas de forma constante ou ainda alternando duas ou mais temperaturas, a alternância de temperatura já efetivou a germinação de muitas espécies, provavelmente por simular as flutuações térmicas naturais do ambiente (BORGES; RENA, 1993), sendo que em outras este efeito não existiu.

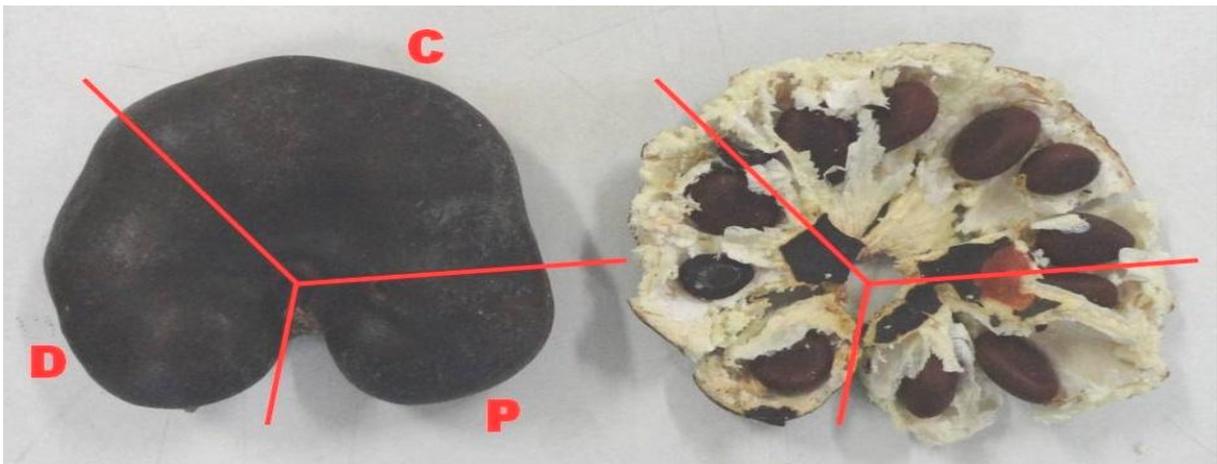
O presente trabalho teve como objetivo estudar a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong em função da localização das sementes no fruto e de dois regimes de temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de 10 árvores de tamboril foram coletados ao acaso, em julho de 2012, em fragmento de Caatinga, no Distrito Daniel de Queiroz do município de Quixadá-CE (4°49'0"S 38°58'9"W) e encaminhados para o Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE para a extração das sementes, beneficiamento e condução do experimento.

As sementes foram extraídas de modo a separá-las pela sua localização no fruto, definindo três localizações: sementes da parte proximal, central e distal do fruto (FIGURA 1), tomando-se a incisão do pedúnculo como referencial.

Figura 1: Fruto intacto e cortado de tamboril com o esquema da localização das sementes nas regiões proximal (P), central (C) e distal (D) do fruto.



Fonte: Elaboração do autor.

Primeiramente, foi determinado o grau de umidade para as sementes de cada localização, pelo método da estufa a 105°C, seguindo o proposto por Brasil (2009). Por se tratarem de sementes grandes e duras, as mesmas foram cortadas ao meio para facilitar a desidratação.

Para avaliação da germinação das sementes, como também para o crescimento das plântulas, as sementes das diferentes regiões no fruto (proximal, central e distal) foram submetidas inicialmente a tratamento para superação da dormência tegumentar com submersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄-98%) por 15 minutos (EIRA; FREITAS; MELO, 1993; MALAVASI; MALAVASI, 2004), com posterior lavagem em água corrente para a completa retirada do ácido.

Após a superação da dormência, as sementes foram postas em papel tipo Germitest umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Formados os rolos, estes foram envoltos em sacos plásticos transparentes para diminuir a perda de água e encaminhados para acondicionamento em câmeras de germinação tipo BOD reguladas às temperaturas de 25 °C constante e alternada de 20-30 °C, com fotoperíodo de 12 horas.

Este mesmo procedimento foi realizado utilizando sementes envelhecidas artificialmente. Para esse teste, as sementes foram colocadas sobre tela de alumínio inseridas em caixas do tipo gerbox contendo 40 mL de água destilada. Em cada caixa foram colocadas 100 sementes provenientes das três regiões do fruto já tratadas quimicamente para superação da dormência. As caixas foram tampadas e levadas à câmara de germinação regulada a 42 °C, onde permaneceram por 24 horas (MARCOS FILHO, 1994).

Realizou-se contagem diária da germinação, com reumedecimento do substrato quando necessário, considerando germinadas as sementes que apresentavam radícula com tamanho igual ou superior a 2 mm. Assim, foram determinadas as porcentagens de germinação (primeira contagem e final, respectivamente ao 7° e 21° dia) e o índice de velocidade de germinação (IVG), além do teste de envelhecimento acelerado.

Foi realizada, também, a avaliação das plântulas normais, determinando-se o comprimento da parte aérea e raiz de cada plântula com o auxílio de régua graduada (mm), efetuando em seguida o cálculo para obtenção da média de cada parcela. Todas as partes aéreas e raízes de cada parcela foram colocadas separadamente em sacos de papel tipo kraft e levadas à estufa a 80 °C por 24 horas com posterior pesagem em balança analítica (0,0001 g). Para encontrar o resultado médio por plântula da massa seca das partes efetuou-se a divisão pela quantidade de plântulas que havia em cada saco. Foi ainda realizada a soma das partes (parte aérea + raiz) para compor o comprimento total e a massa seca total por plântula.

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, sob esquema fatorial 3x2 (três localizações e duas temperaturas) com quatro repetições, sendo a parcela representada pelo rolo de papel contendo 25 sementes.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Komolgorov-Smirnov para analisar a normalidade da distribuição, e quando apresentaram-se normais, conduziu-se análise de variância e teste de Tukey (5%) para comparação das médias. Quando os dados apresentaram-se não normais realizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney (5%), comparando os tratamentos em pares e de forma independente. Apenas os dados de porcentagem final e envelhecimento acelerado necessitaram da realização do teste não paramétrico.

Para a condução das análises estatísticas foi utilizado o software Action 2.4 (ESTATCAMP, 2013) para os testes de normalidade e de Mann-Whitney. E para realização da ANAVA e teste de Tukey utilizou-se o programa Assistat 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As determinações do grau de umidade revelaram porcentagens de 11,9% para as sementes da região proximal, 12,5% para a região central e 11,4% para a distal. Assim, é notada pouca, ou nenhuma, interferência no equilíbrio higroscópico (semente/ambiente) que possa ser atribuído as diferentes localizações das sementes.

As análises dos dados de germinação e crescimento de plântulas revelaram efeito isolado das temperaturas para a maioria das variáveis com alto grau de significância ($p > 0,01$), com exceção da primeira contagem de germinação. O fator localização da semente no fruto influenciou minimamente no processo germinativo, tendo em vista que apenas a velocidade de germinação sofreu efeito isolado deste fator. A localização da semente influenciou também na percepção das condições de temperatura, já que se verificou interação significativa ($p > 0,05$) entre estes fatores para algumas das variáveis (TABELA 1).

Tabela 1: Resumo da ANAVA e coeficientes de variação para as variáveis de vigor de sementes e crescimento de plântulas de tamboril.

F V	1° Cont.	IVG	CPA	CR	CT	MSPA	MSR	MST
	<i>QM</i>							
Temperatura (T)	42,7 ^{ns}	1,9**	39,6**	14,94**	103,26**	7,6x10 ⁴ **	2x10 ⁻⁵ **	1,02x10 ³ **
Localização (L)	44,7 ^{ns}	0,5*	0,61 ns	0,15 ns	1,32 ns	2,2x10 ⁻⁵ ns	1,2x10 ⁻⁶ ns	3,0x10 ⁻⁵ ns
T x L	272,7 ^{ns}	1,5**	3,89 ns	2,68 ns	13,06 *	1,7x10 ⁻⁴ *	1,1x10 ⁻⁵ ns	2,4x10 ⁻⁴ *
Tratamentos	135,5 ^{ns}	1,2**	9,72**	4,13*	26,41**	2,3x10 ⁻⁴ **	1,3x10 ⁻⁵ *	3,1x10 ⁻⁴ **
Resíduo	82,67	0,13	1,1	0,92	3,53	4x10 ⁻⁵	2,1x10 ⁻⁶	5x10 ⁻⁵
CV (%)	11,27	6,95	10,23	19,13	12,29	7,23	10,51	7,32

** significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F; * significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns: não significativo pelo teste F. IVG: índice de velocidade de germinação; CPA: comprimento da parte aérea; CR: comprimento da raiz; CT: comprimento total; MSPA: massa seca da parte aérea; MSR: massa seca da raiz; MST: massa seca total;

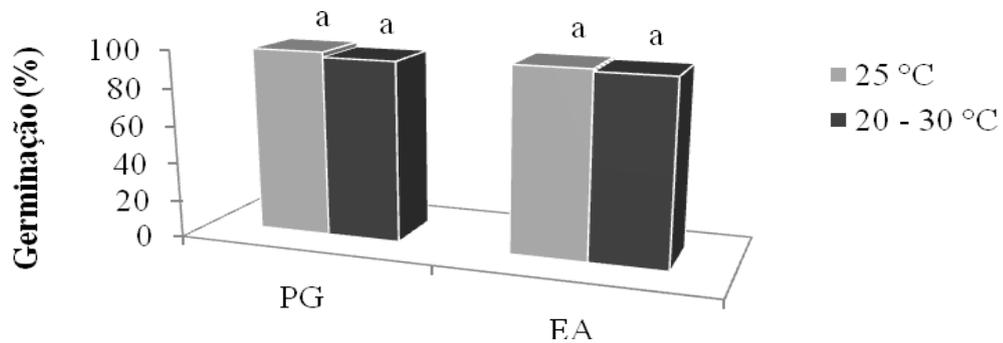
Fonte: Elaboração do autor.

Para a porcentagem final de germinação, independente da temperatura ou da localização no fruto, os valores foram sempre superiores a 95% (FIGURA 2), o que concorda

com os dados apresentados por Lima, Borguetti e Souza (1997) que determinaram a faixa ótima de temperatura para a germinação do tamboril, e estas situaram-se entre 18,2 e 38,2 °C.

Ainda, na Figura 2, é possível observar que as sementes submetidas ao envelhecimento acelerado não sofreram com o estresse imposto, continuando com a germinação sempre acima dos 95%. Com isso, pode-se ressaltar a existência de um alto grau de resistência a estresses ambientais em sementes de tamboril, o que pode proporcionar maior quantidade de sementes viáveis em condições que para outras espécies são desfavoráveis para a germinação, como é o caso da espécie *Anadenanthera columbrina*, que apresentou um decréscimo de 57,3% na germinação quando as sementes foram envelhecidas artificialmente em condições semelhantes (40 °C/24 horas), revelando perda significativa da viabilidade (GARCIA; NOGUEIRA; ABREU, 2004).

Figura 2: Porcentagem final de germinação (PG) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de tamboril submetidas a dois regimes de temperatura.



Letras iguais não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney a 5% de probabilidade de erro e comparam os dois regimes de temperatura.

Fonte: Elaboração do autor.

Na Tabela 2 estão expostos os valores de mais uma variável de vigor de sementes (1° contagem) e de crescimento de plântulas nos dois regimes de temperatura testados, e revela que apenas a 1° contagem de germinação não diferiu entre tais regimes. Observa-se que a temperatura constante de 25 °C foi a que proporcionou maiores resultados para as variáveis de crescimento.

De modo geral, não se observou efeito positivo em decorrência da alternância de temperatura, tendo em vista que o regime de 20–30 °C foi sempre inferior ou igual estatisticamente ao de 25 °C. Em contradição a estes resultados, muitas espécies adaptadas a

regiões semiáridas apresentam melhores resultados para a germinação e/ou crescimento de plântulas quando sob temperatura alternada (OLIVEIRA; GARCIA, 2005; SANTOS; AGUIAR, 2005; LIMA *et al.*, 2011; ABUD *et al.*, 2012). Segundo Borges e Rena (1993), esta alternância de regimes térmicos pode ter um efeito de simulação das flutuações naturais do ambiente, o que pode ser o fator responsável por tais vantagens. Comportamentos germinativos semelhantes ao do tamboril também são encontrados, como é o caso das espécies pau-d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms), pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya* (Benth) Duche), barriguda (*Chorizia glaziovii* O. Kuntze) e cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith) que obtiveram desempenho superior quando sob temperatura constante em comparação com as alternadas (BARROS; SILVA; AGUIAR, 2005; BIRUEL; AGUIAR; PAULA, 2007; GUEDES *et al.*, 2010; GUEDES; ALVES, 2011). Estas informações sugerem a existência de duas vertentes no tocante aos regimes ideais de temperatura para a germinação de sementes, a primeira trata-se das espécies do semiárido que se beneficiam da alternância de temperatura, e a segunda das que não se beneficiam.

Tabela 2: Primeira contagem de germinação (7º dia), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) e massa seca total de plântulas de tamboril submetidas a dois regimes de temperatura.

Temperaturas	1º Cont.	CPA	CR	MSR
	-- % --	----- cm -----		-- g --
25 °C	82 a	11,55 a	5,82 a	0,014 a
20 - 30 °C	79,3 a	8,98 b	4,24 b	0,012 b

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

No tocante a localização da semente no fruto pouca diferença foi observada. Quanto ao crescimento e desenvolvimento das plântulas de tamboril nenhum efeito foi verificado (TABELAS 3, 5 e 6), o que difere do comportamento de outra importante espécie da região semiárida brasileira, o jucá (*Caesalpinia ferrea*). Segundo Nogueira *et al.* (2010), plântulas de jucá com comprimento superior foram verificadas quando advindas de sementes da região mediana do fruto em comparação com sementes das regiões proximal e distal.

Analisando os aspectos germinativos, não observou-se diferenças significativas entre as localizações para a 1° contagem (TABELA 3), assim como para a porcentagem final de germinação (FIGURA 3). A 1° contagem da germinação não foi influenciada por nenhum dos tratamentos, sendo importante ressaltar que o percentual germinativo situou-se sempre perto dos 80% (TABELAS 2 e 3), mostrando alta taxa de germinação logo na primeira semana após a semeadura. Ainda de acordo com a Figura 3, também não foi possível encontrar diferenças no percentual germinativo entre as três localizações quando as sementes foram envelhecidas artificialmente. Provavelmente, o tempo utilizado para o envelhecimento (24 hs) não foi suficiente para encontrar diferenças no vigor das sementes.

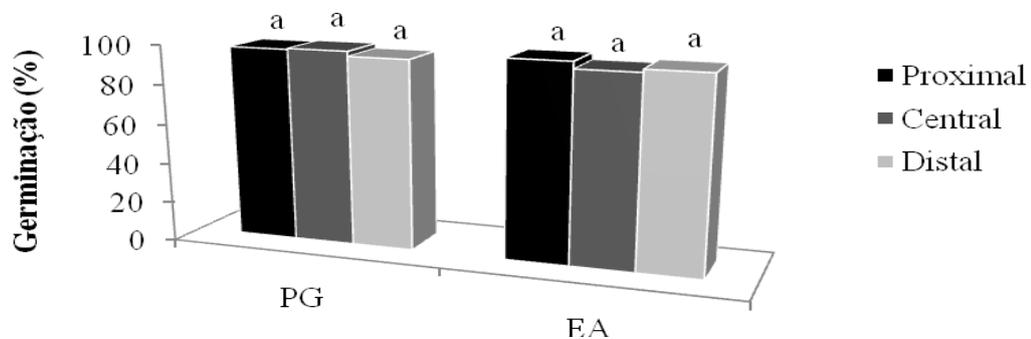
Tabela 3: Primeira contagem de germinação (7° dia), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR) e massa seca total de plântulas de tamboril em função da localização da semente no fruto.

Localização	1° Cont.	CPA	CR	MSR
	-- % --	----- cm -----		-- g --
Proximal	81,5 a	10,4 a	5,15 a	0,013 a
Central	78,0 a	9,9 a	4,88 a	0,014 a
Distal	82,5 a	10,4 a	5,07 a	0,014 a

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Figura 3: Porcentagem final de germinação (PG) e envelhecimento acelerado (EA) em sementes de tamboril em função da localização da semente no fruto.



Letras iguais não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney a 5% de probabilidade de erro e comparam as diferentes localizações.

Fonte: Elaboração do autor.

A localização da semente influenciou apenas na velocidade de germinação, e somente quando sob a temperatura de 25 °C, sendo que a germinação foi mais rápida para as sementes localizadas na região distal do fruto (TABELA 4). Para corroborar estas informações, Oliveira e Morais (1997), estudando as espécies algaroba e leucena (também adaptadas a regiões semiáridas), constataram germinação mais rápida em sementes das regiões distal e proximal do fruto para a algaroba. Já em leucena, a germinação foi mais rápida para as sementes da porção central do fruto. Tais resultados indicam que cada espécie apresenta um tipo de comportamento germinativo em relação à localização no fruto, independente das similaridades botânicas ou adaptativas.

Tabela 4: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tamboril em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura.

Temperaturas	IVG		
	Localização no fruto		
	Proximal	Central	Distal
25 °C	5,41 aB	4,9 aB	6,27 aA
20 - 30 °C	4,96 aA	5,13 aA	4,78 bA

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Analisando ainda a velocidade de germinação das sementes, observa-se que apenas para as sementes da região distal houve diferença entre os regimes de temperatura (TABELA 4). Esta sensibilidade na percepção térmica das sementes da região distal acarretou diferenças também para o comprimento total e massa seca da parte aérea e total das plântulas. A mesma sensibilidade foi observada nas sementes da região proximal o que promoveu diferenças significativas também no comprimento e massa seca total das plântulas (TABELAS 5 e 6). Em todos estes casos a temperatura constante de 25 °C conferiu desempenho superior. Estas informações sugerem que as sementes das extremidades do fruto de tamboril são mais susceptíveis às alterações fisiológicas ocasionadas por mudanças de temperatura.

Tabela 5: Comprimento Total de plântulas (CT) de tamboril em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura.

Temperaturas	CT (cm)		
	Localização no fruto		
	Proximal	Central	Distal
25 °C	17,49 aA	15,71 aA	18,94 aA
20 - 30 °C	13,61 bA	13,97 aA	12,12 bA

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 6: Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST) de plântulas de tamboril em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura.

Temperaturas	Localização da semente		
	Proximal	Central	Distal
	MSPA (g)		
25 °C	0,091 aA	0,089 aA	0,098 aA
20 - 30 °C	0,08 aA	0,088 aA	0,078 bA
MST (g)			
25 °C	0,105 aA	0,104 aA	0,114 aA
20 - 30 °C	0,092 bA	0,102 aA	0,09 bA

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

4. CONCLUSÕES

1. As temperaturas de 25 e 20-30 °C conferem igual desempenho germinativo para sementes de tamboril, sendo que a de 25 °C favorece o crescimento das plântulas;
3. Recomenda-se o uso de sementes da região distal do fruto sob temperatura de 25 °C para aumentar a velocidade de germinação;
4. A localização das sementes no fruto não influencia o crescimento das plântulas de tamboril;
5. A velocidade de germinação e o crescimento das plântulas oriundas de sementes das regiões proximal e distal do fruto são mais sensíveis às oscilações de temperatura que sementes da região central do mesmo.

REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; PEREIRA, N. S.; PEREIRA, D. S.; REIS, R. G. E.; BEZERRA, A. M. E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 11-16, 2012.
- BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'alho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York and London: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BIRUEL, R. P.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 151-159, 2007.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Org.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 83-136.
- BOVENDORP, R. S.; BOFF, S.; FUJIKAWA, A.; NISHIMURA, P. Y. Seleção sexual e aborto de sementes no feijão-da-praia *Sophora tomentosa* (Fabaceae). In: Livro do curso de campo “**Ecologia da Mata Atlântica**”, p.1-5, 2009. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/curso/2009/pdf/PO3/PO3_mani_de_la_playa.pdf.
- BRANCALION, P. H. S.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; RODRIGUES, R. R.; CHAMMA, H. M. C. P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus papayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 225-232, 2008.
- BRASIL. **Regras para análises de sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. SNDA / DNDV / CLAV. Brasília, 2009. 399 p.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2008. p. 384 - 408.
- EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELO, C. M. C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contorsiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.
- ESTATCAMP. **Software Action**. Disponível em: <<http://www.estatcamp/empresa/software-action>>. Acesso em: 30 jan. 2013.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4. ed.rev. Passo Fundo: UPF: Ed. da Universidade de Passo Fundo, 2008. 733 p.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

GIACHINI, R. M.; LOBO, F. A.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de sementes de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 75-80, 2010.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U. Substratos e temperatura para o teste de germinação de sementes de *Chorizia glaziovii* (O. Kuntze). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 525-531, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual da Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 1998, 373 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual da Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 2002, 368 p.

LIMA, C. M. R.; BORGUETTI, F.; SOUZA, M. V. Temperature and germination of the Leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 97-102, 1997.

LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 216 - 222, 2011.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Dormancy Breaking and Germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 133-150.

MENA-ALÍ, J. I.; ROCHA, O. J. Effect of Ovule Position within the Pod on the Probability of Seed Production in *Bauhinia unguolata* (Fabaceae). **Annals of Botany**, v. 95, p. 449-455, 2005.

MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 09-18, 2005.

NOGUEIRA, N. W.; MARTINS, H. V. G.; BATISTA, D. S.; RIBEIRO, M. C. C.; BENEDITO, C. P. Grau de dormência das sementes de jucá em função da posição na vagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 39-42, 2010.

OLIVEIRA, O. F.; MORAIS, P. L. D. Influência da posição da semente (no fruto) na germinação e no desenvolvimento vegetativo inicial de leucena (*Leucaena leucocephala* (LAM) De Wit) e algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC). **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 10, n. 1, 1997.

OLIVEIRA, P. G.; GARCIA, Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Syngonanthus elegantulus* Ruhland, *S. elegans* (Bong.) Ruhland e *S. venustus* Silveira (Eriocaulaceae). **Revista Acta Botânica Brasileira**, Feira de Santana, v. 19, n. 3, p. 639-645, 2005.

SANTOS, S. R. C.; AGUIAR, I. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 69, p. 77-83, 2005.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.